84525

# MANUFACTURING AND EXPERIMENTS OF JET PUMP


Tamer SARAÇYAKUPOĞLU


Master of Science


In The Department Of Mechanical Engineering


1999

# JET POMPA, İMALAT VE DENEYLERİ

Tamer SARAÇYAKUPOĞLU

Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Enerji Bilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

Danışman : Prof. Dr. Yaşar PANCAR



Şubat – 1999

**Tamer SARAÇYAKUPOĞLU' nun YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı "JET POMPA, İMALAT VE DENEYLERİ" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin, ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.**

**Üye: Prof. Dr. Yaşar PANCAR ( Danışman )**

**Üye: Prof. Dr. Kemal TANER**

**Üye: Yrd. Doç. Dr. İrfan ÜREYEN**

**Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun** 16-03-1999 **gün ve** 99-5/2 **sayılı kararı ile onaylanmıştır.**

**Prof. M. Selami KILIÇKAYA**

**Enstitü Müdürü**

## İÇİNDEKİLER


| | Sayfa |
|---|---|
| ÖZET | i |
| SUMMARY | ii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | iv |
| SEMBOLLER DİZİNİ | vi |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. POMPALARIN SINIFLANDIRILMASI | 2 |
| 3. JET POMPALAR | 5 |
| 3.1. JET POMPA PRENSİBİ | 5 |
| 3.2. EDÜKTÖRLER | 6 |
| 3.3. PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİ | 13 |
| 3.4. AVANTAJLAR | 13 |
| 3.5. GENEL MAKSAT EDÜKTÖRLERİ | 14 |
| 3.6. KARIŞTIRICI EDÜKTÖRLER | 18 |
| 3.7. İĞNELİ EDÜKTÖRLER | 20 |
| 3.8. KUM VE ÇAMUR EDÜKTÖRLERİ | 21 |
| 3.9. KATI UYGULAMA EDÜKTÖRLERİ | 23 |
| 3.10. ÇOKLU NOZUL EDÜKTÖRLER | 27 |
| 3.11. DERİN KUYU EDÜKTÖRLERİ | 28 |
| 3.12. HAZIRLAYICI EDÜKTÖRLER | 29 |
| 3.13. SIVILAR İÇİN KULLANILAN JET POMPALAR | 30 |
| 4. GAZ VE BUHAR İÇİN KULLANILAN JET POMPALAR | 31 |
| 5. DENEYSEL ÇALIŞMA | 36 |
| 6. SONUÇLAR | 37 |
| KAYNAKLAR DİZİNİ | 38 |

# ÖZET

Endüstride pompaların pek çok kullanım alanları mevcuttur. Bu çalışmada değişik pompa türlerinde, Jet Pompa değerlendirilip sunulmaktadır.

Bu tür pompalar, hareket eden parçasının olmaması, yağlama ihtiyacının olmaması ve işlenebilen herhangi bir malzemeden üretilmesi gibi avantajlara sahiptirler. Diğer yandan jet pompalar sadece tek bir pompa olarak kullanılmazlar, aynı zamanda tahrik alan diğer bir pompaya hazırlayıcı olarak da kullanılabilirler.

Diğer bütün pompalar gibi jet pompalarda kullanım amacına göre çeşitlilik gösteririler. Bu çalışmada, Jet Pompalarının tipleri ve değişik basınç ve emme uzunluklarındaki ölçümler aktarılmıştır.

## SUMMARY

Pumps have a very large use in industry. In this study, from the different sorts of pumps, Jet Pumps have been considered, presented.

This kind of pumps have advantages like having no moveable parts, needing no lubrication and being manufactured from any material can be machined. On the other hand, not only are jet pumps used as a single pump, but also can be a preparetionar for another driven pump.

Like all other pumps, Jet Pumps' sorts differ in many different ways depend on the purpose of use. In this study, types of Jet Pumps, have been explained and the measured flow with different pressure and suction length have been presented.

# TEŞEKKÜR

*Jet Pompa İmalat ve Deney İncelenmesi, konulu çalışmamı hazırlamamda yardımlarını esirgemeyen ve bu çalışmamın her safhasında bana yol gösteren Sayın Prof.Dr. Yaşar PANCAR'a, teşekkürlerimi sunarım.*



# ŞEKİLLER DİZİNİ

**Sayfa**

**Şekil: 1.** Difüzörler akışkanları içeri alarak, karıştırıp, hızını yeniden basınca çevirirken, jet nozulları, basınç enerjisini hıza çevirirler. 5

**Şekil 2.** NPEB ile verimlilik arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram. 8

**Şekil 3.** Sıvı jet edüktörlerinde, tahmini işletme oranları. 10

**Şekil 4.-A_** Ölçüm eğrisi 11

**Şekil 4.-B_** Ölçüm eğrisi 12

**Şekil 5.** Bir edüktörün karakteristik performans eğrisi. 13

**Şekil 6.** Genel maksat edüktörü. 14

**Şekil 7.**_Akışa uygun olarak şekillendirilmiş edüktör. 17

**Şekil 8.**_Püskürtücü Nozul. 18

**Şekil 9.** Püskürtücü nozulların itici kapasitesi. 18

**Şekil 10.** Tank Karıştırıcı Edüktör. 20

**Şekil 11.**_Oranlama Edüktörü. 20

**Şekil 12.**_Kum ve Çamur Edüktörleri. 22

**Şekil 13.** Konik Edüktör. 24

**Şekil 14.** Dairesel Edüktörler. 26

**Şekil 15.** Çoklu Nozul Edüktörler. 27

**Şekil 16.** Santrifüj-Jet Pompası Kombinasyonu. 28

**Şekil 17.** Deney Techizatı Görünümü 39

**Şekil 18.** Deney Yapımı Sıarsında Görünüm 40

**Şekil 19.** Atelyede Kurulan Deney Düzeneğinin Şematik Görünümü 41

**Şekil 20.** İmal Edilen Jet Pompanın Şematik Resmi 42

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| **Simgeler** | **Açıklama** |
|---|---|
| e | Sürükleyici nozuldan önceki boşluk ( İndis Olarak) |
| o | Emme odası ( İndis Olarak) |
| n | Boğaz sonu, difüzör başlangıcı ( İndis Olarak) |
| a | Jet pompa debisi ( İndis Olarak) |
| 1 | İtici jet ( İndis Olarak) |
| 2 | Emici jet ( İndis Olarak) |
| $f_1$ | Sürükleyici jet kesiti |
| $f_2$ | Emici jet kesiti |
| F1 | Karıştırma nozulu kesiti ($F1 = f_1 + f_2$) |
| $F_m$ | Karıştırma nozulu en dar kesiti |
| $p_m$ | Giriş nozulu cidarı boyunca ortalama basınç ( psi) |
| $p_a$ | Terminal Basınçları (psi) |
| $p_a$ | Terminal Basınçları (psi) |
| g | Yerçekimi İvmesi 9.81 m / sn$^2$ |
| $\gamma$ | Özgül Ağırlık ( sıvı, gaz,buhar ) kgf/m$^3$ |
| v | Özgül hacim |
| $\varphi_1$ | 0.97-0.99 Hız katsayıları ( Birimsiz) |
| $\varphi_2$ | 0.92-0.99 Hız katsayıları ( Birimsiz) |
| c | Sürükleyici nozulda giriş hızı (cm/sn) |
| $c_0$ | $\varphi_1\sqrt{\frac{2g}{\gamma}(p_e - p_o)}$ $p_e$ den $p_o$' a düşüşteki hız (cm/sn) |
| $c_1$ | $\varphi_1\sqrt{\frac{2g}{\gamma}(p_e - p_1)}$ $f_1$ kesitindeki sürükleyici nozuldaki çıkış hızı (cm/sn) |

| | |
|---|---|
| $c_2$ | $\varphi_1\sqrt{\frac{2g}{\gamma}(p_0-p_1)}=\alpha\ c_0$ emilen sıvı hızı, $f_2$ kesitindeki sürükleyici nozula yakın noktadaki hız (cm/sn) |
| $C_m$ | Karıştırma hızı ( Sabit Basınçta ) (cm/sn) |
| $C_n$ | Difüzör girişindeki hız (cm/sn) |
| Ca | $\tau\ C_0$ Jet Pompa çıkışındaki hız (cm/sn) |
| $\alpha=\frac{C_2}{C_1}=\frac{\varphi_2}{\varphi_1}\sqrt{\frac{P_0-P_1}{P_e-P_o}}$ | Hız oranları (Birimsiz) |
| $\nu=\frac{C_2}{C_1},\quad \sigma=\frac{C_n}{C_o},\quad \tau=\frac{C_a}{C_o}$ | Hız oranları (Birimsiz) |
| $G_1+G_2$ | Jet Pompadan aktarılan sıvı ağırlığı (kg/sn.) |
| $\mu=\frac{G_1}{G_2}$ | Ağırlık Oranları ( Birimsiz) |
| $\eta$ | 0.75-0.80 Kinetik enerjiden potansiyel enerjiye dönüş verimi |
| $\eta_s$ | Jet pompa verimi |
| $\eta_d$ | Difüzör verimi |
| $H_e$ | $P_e$ den $P_a$' a düşüşteki adyabatik ısı gradyeni (kcal / kg.) |
| $H_1$ | $P_e$ den $P_1$' e düşüşteki adyabatik ısı gradyeni (kcal / kg.) |
| $H_2$ | $P_0$ den $P_1$' e düşüşteki adyabatik ısı gradyeni (kcal / kg.) |
| $H_a$ | $P_e$ den $P_a$' ya düşüşteki adyabatik ısı gradyeni ( Sürükleyici için ) (kcal / kg.) |
| $H_k$ | $P_e$ den $P_a$' ya artıştaki adyabatik ısı gradyeni ( Emilen gaz veya buhar için ) (kcal / kg.) |

| | |
|---|---|
| $H'_k$ | $P_e$ den $P_a$' ya artıştaki adyabatik ısı gradyeni ( Buhar için ) (kcal / kg.) |
| $H''_k$ | $P_e$ den $P_a$' ya artıştaki adyabatik ısı gradyeni ( Kısmi Gradyent ) (kcal/kg.) |
| T | Mutlak Sıcaklık ($^0$K) |
| $C_p$ | Sabit Basınç ve sıcaklıktaki özgül hacim(kcal / kg ) |
| $C_v$ | Sabit Basınç ve sıcaklıktaki özgül hacim(kcal / kg ) |
| κ | Adyabatik eksponent |
| R | Gaz Sabitesi |
| W | Nozul iç cidarındaki sürtünme kuvveti, (kgf.) |
| P | Hareketli tabakalar arasındaki çekim kuvveti, (kgf.) |
| $\tau = \frac{dp}{do}$ | Hareketli yüzeyler arasındaki kesme gerilmesi (kgf/m$^2$) |
| A | Sürtünme yüzeyi (m$^2$) |
| λ | Sabit cidarlara ait sürtünme katsayısı |
| X | Hareketli cidarlara ait sürtünme katsayısı |
| ξ | Kayıp Katsayısı |
| V | Türbülanslı Karıştırma Hızı (m/sn.) |

# 1. GİRİŞ

Pompalar arasında hareketli parçaları olmaması, yağlama gerektirmemesi ve her türlü işlenebilir malzemeden imal edilebilmesi gibi birçok kolaylıklarıyla Jet Pompalar öne çıkmaktadır. Kullanım alanları tek başlarına olabildiği gibi diğer bir pompaya ön hazırlayıcı olarak da olabilmektedir.

Bu çalışmada imal edilen üç farklı nozul tipine sahip pompalarla ölçümler yapılmış ve bu ölçümler sonucunda bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme göstermektedir ki; Bir Jet Pompada debi artışı nozul uzunluğu, emme yüksekliği ve uygulanan itici basınçla direk ilintilidir.

## 2. POMPALARIN SINIFLANDIRILMASI

**Dinamik Pompalar**

1. Özel Etkili Pompalar
    - A. Jet Pompalar
    - B. Manyetik Tahrikli Pompalar
    - C. Hava Tahrikli Pompalar
    - D. Hidrolik Koçlu Pompalar
2. Santrifüj Pompalar
    - A. Çark Tipine Göre
        - I. Açık Pompalar
        - II. Yarı Açık Pompalar
        - III. Kapalı Pompalar
    - B. Kademe Sayısına Göre
        - I. Tek Kademeli Pompalar
        - II. Çok Kademeli Pompalar
    - C. Dönüş Eksenine Göre
        - I. Yatay Eksenli Pompalar
        - II. Düşey Eksenli Pompalar
    - D. Tahrik Edilmelerine Göre
        - I. Mekanik Tahrikli Pompalar
        - II. Pnömatik Tahrikli Pompalar
    - E. Düzen Yada Görünümlerine Göre
        - I. Uçtan Memeli Pompalar
            - a. Monoblok Pompalar
            - b. Şase Monteli Pompalar
            - c. Yarık Gövdeli Pompalar
            - d. Çift Salyangoz Pompalar
            - e. Vorteks Pompalar
        - II. Pervaneli Ve Türbin Pompalar
            - a. Düşey Milli Pompalar
            - b. Hermetik Pompalar
            - c. Dalgıç Pompalar
            - d. Rejeneratif Pompalar
            - e. Pervaneli Pompalar
                - I. Eksenel Akışlı Pompalar
                - Iı. Karmaşık Akışlı Pompalar
                - Iıı. Özel Pervane Pompalar

**Yer Değiştirmeli Pompalar**

1. İleri-Geri Hareketli Pompalar
    A. Diyaframlı Pompalar
        I. Tek Diyaframlı Pompalar
        II. Çok Diyaframlı Pompalar
    B. Pistonlu Pompalar
        I. Konstrüksiyonuna Göre
            a. Akışkanı Pompalama Hareketine Göre
                I. Tek Etkili Pompalar
                Iı Çift Etkili Pompalar
            b. Piston Tipine Göre
                I. Klasik Pompalar
                Iı. Plunger Pompalar
            c. Silindir Konumuna Göre
                I. Yatay Pompalar
                Iı. Düşey Pompalar
            d. Silindir Sayısına Göre
                I. Tek Silindirli Pompalar
                Iı. Çift Silindirli Pompalar
                Iıı. Çok Silindirli Pompalar
        II. Çalıştırma Şekline Göre
            a. El İle Çalıştırılan Pompalar
            b. Kayış-Kasnak Tertibatlı Pompalar
            c. Motopompalar
            d. Buhar Veya Hava Tahrikli Pompalar
2. Döner Pompalar
    A. Paletli Pompalar
        I. Rotoruna Göre
            a. Rijit Pompalar
            b. Esnek Pompalar
        II. Debisine Göre
            a. Sabit Pompalar
            b. Değişken Pompalar
        III. Paletine Göre
            a. Kayar Pompalar
            b. Yuvarlanan Pompalar

    Iv. Odacık Tipine Göre
        A. Tek Odalı Pompalar
        B. İki Odalı Pompalar

**c. Üç Odalı Pompalar**

**B. Dişli Pompalar**

**I. İçten Dişli Pompalar**

**II. Dıştan Dişli Pompalar**

**C. Döner Pistonlu Pompalar**

**I. Eğimli Plakalı Pompalar**

**II. Wobble Plakalı Pompalar**

**III. Çevresel Pistonlu Pompalar**

**D. Lob Rotorlu Pompalar**

**I. Roots Pompalar**

**II. Tekli Pompalar**

**III. Çoklu Pompalar**

**E. Vidalı Pompalar**

**I. Tek Vidalı Pompalar**

**II. İki Vidalı ( Zamanlamalı) Pompalar**

**III. Üç Vidalı ( Zamanlamasız) Pompalar**

**F. Peristaltik Pompalar**

**I. Esnek Çarklı Pompalar**

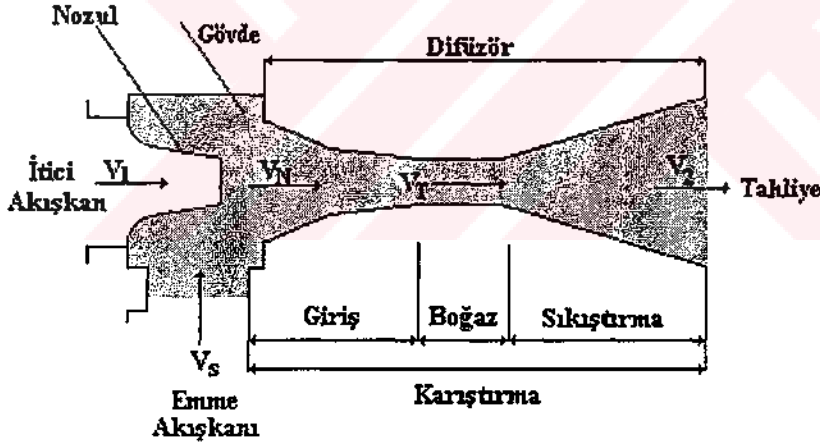
**II. Esnek Hortumlu Pompalar**

**III. Esnek Gömlekli Pompalar**

# 3. JET POMPALAR

## 3.1. Jet Pompa Prensibi;

**Jet pompa tanımı, yada ejektör, hareketli parçası olmayan ve kontrollu şartlar altında akışkanlara hareket veren sistemleri açıklar. Özellikle, itici kuvvet, mümkün olan en yüksek hızı sağlayacak şekilde tasarlanmış, bir nozulun içinden geçen, bir akışkan hüzmesi tarafından sağlanır. Yüksek hızlı çıkış jeti, emme akışkanın karıştırma odacığına akışını sağlayarak, bu bölgede bir düşük basınç bölgesi meydana getirir. İdealde bu noktada itici ve emme akışkanlarının ortalama hızlarında hareket eden ve tam karışmış bir akışkan sağlayan bir momentum değişimi vardır. Difüzör, hızı derece derece azaltacak ve tahliye bölgesinde mümkün olan en az kayıpla enerjiyi basınca çevirecek şekilde biçimlendirilmiştir. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü üzere, ejektörün üç temel parçası, nozul, difüzör ve emme odacığı yada gövdedir.**




Şekil: 1. Difüzörler akışkanları içeri alarak, karıştırıp ve hızını yeniden basınca çevirirken, jet nozulları, basınç enerjisini hıza çevirirler. [ Ref: Pump Handbook ]

**Terimleri açıklanması:**

*Ejektör:* Emme ve itici basınçları ortalama bir basınçta tahliye eden jet pompaların genel adıdır.

*Edüktör:* Bir akışkanı itici olarak kullanan, bir sıvı jet pompası.

*Enjektör:* Girişte yoğunlaşabilen bir gaza kullanan özel bir jet pompa.

*Jet Kompresör:* Gazların basıncını artırmada kullanılan bir gaz jet pompasıdır.

*Sifon:* Yoğunlaşabilen normal su buharını, itici akışkan olarak kullanan sıvı jet pompasıdır.

## 3.2. EDÜKTÖRLER

*Teori ve Tasarım* : Edüktör teorisi Bernoulli denkleminden türetilmiştir. Çevirici tipli bir nozuldan, akışın serbestçe geçmesini sağlayarak, nozul girişindeki statik basınç, kinetik enerjiye çevrilir. Sonuçta elde edilen yüksek hızlı akış, emme odasında emme akışına, orta hızlı karışmış akışkan hızı olarak dahil olmuştur. Böylece difüzör kesiti, edüktör çıkışında, hızdan dolayı oluşan basıncı, yeniden statik basınca çevirir. Bernoulli denklemini, bir edüktörün nozulunda, itici akışkan olarak yazacak olursak;

$$\frac{P_1}{W_1}+\frac{V_1^2}{2g}=\frac{P_2}{W_1}+\frac{V_N^{\,2}}{2g}$$

Burada, $P_1$= Akıntıyla ters yönlü statik basınç

$P_2$= Nozul ucunda statik basınç

$V_1$= Nozulda akıntıyla ters yönlü hız

$V_N$= Nozul orifisindeki hız

$W_1$= İtici akışkanın özgül ağırlığı

Nozulun akıntıyla ters yönlü akışında, bütün enerjinin statik olduğu düşünülebilir. Bu kabulle beraber, $V_1$ hız terimi ihmal edilebilir. Böylece;

$$\frac{V_N^{\,2}}{2g}=\frac{P_1-P_s}{W_1}$$ olur.

Bu terim <u>çalışma başı</u> olarak adlandırılır.

Difüzör boyunca, nozuldaki etkinin ters yönlü olması dışında, birbirine karışmış akışa aynı prensiplerin geçerli olduğu düşünülebilir. Böylece;

$$\frac{P_s}{W_2}+\frac{V_T^2}{2g}=\frac{P_2}{W_2}+\frac{V_2^2}{2g}$$ elde edilir.

Burada; $P_S$= Emmedeki statik basınç

$P_2$= Çıkıştaki statik basınç

$V_T$= Difüzör boğazında hız

$V_2$= Akışla aynı yönlü hız

$W_2$= Karışmış akışkanın özgül ağırlığı

Çıkıştaki hızın statik başa dönüştürüldüğü düşünülebilir, böylece $V_2$=0 olur ve

$$\frac{V_T^2}{2g}=\frac{P_2-P_s}{W_1}$$ elde edilir.

Bu terim çıkış başı olarak tanımlanır.

$R_H$ baş oranı, çalışma başının, tahliye başına oranı olarak düşünülebilir.

$$R_H=\frac{\frac{V_N^2}{2g}}{\frac{V_T^2}{2g}}=\frac{V_N^2}{V_T^2}=\frac{\frac{P_1-P_s}{W_1}}{\frac{P_2-P_s}{W_2}}=\frac{(P_1-P_s)W_2}{(P_2-P_s)W_1} \quad (5)$$

Oranlardaki karmaşayı önlemek ve kolay işlem yapılmasını sağlamak için, özgül ağırlık değeri ve yerçekimi ivmesi değeri yer değiştirebilir. _ Böylece (5) no'lu denklem

$$R_H=\frac{(P_1-P_s)\ W_1}{(P_2-P_s)\ W_2}$$ denklemi halini alır.

$H_1$ -$H_s$ = Çalışma başı

$H_2$ -$H_s$ = Tahliye başı

Giriş şartları temel momentum denklemi ile tarif edilirler. Bu denklemi yazacak olursak;

$M_1V_N + M_SF_S = (M_1 + M_S)V_T$ olur.

Burada; $M_1$= İtici akışkan kütlesi

$M_S$= Emme akışkanı kütlesi

$V_N$= Nozul çıkışında hız

$V_S$= Emme girişinde hız

$V_T$= Difüzör boğazında hız

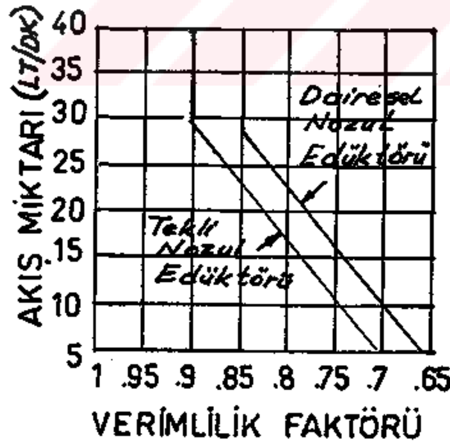
Emme girişindeki hızın yaklaşık değerinin sıfır olduğu düşünülür ve denklem bu haliyle yeniden düzenlenirse;

$M_S = M_1\left(\frac{V_N}{V_1} - 1\right)$ olur ve burada $\frac{V_N^2}{V_1^2}$ değerinin $R_H$ <u>baş oranı</u> olarak tanımlandığına dikkat etmek gerekir. $R_q$, hacimsel oranı basitçe;

$$\frac{Q_S}{Q_1} = R_W \frac{W_1}{W_2}$$ olur.

Burada, $Q_S$= Hacimsel ünitelerde emme akışkanı

$Q_1$= Hacimsel ünitelerde itici akışkan olarak ele alınır.




Şekil 2. NPEB ile verimlilik arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram.
[ Ref: Pump Handbook ]

Edüktörün maksimum teorik performansı yukarıda belirtilen denklemlerden faydalanarak hesaplanabilir. Pratikte ise durum farklılık göstermektedir. İki akışkanın

karışmasına ve difüzördeki sürtünme kayıplarına bağlı olarak enerji kayıpları meydana gelir. Bu kayıplar, maximum teorik performansı düşürmek için amprik bir faktörün kullanılmasıyla hesaplanabilir. Şekil 2., tek bir nozul ve dairesel nozul edüktörleri için bu faktör ve net pozitif emme başı (NPEB), arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Dairesel bir nozul edüktöründe, itici akışkan, emme akışkanı çevresinden , ya bir nozulllar yüzüğü tarafından yada difüzörün iç duvarı ile emme nozulunun dış duvarı arasında oluşturulan bir daireden giriş yapar. NPEB, edüktörün orta hattında, edüktör karıştırma odacığına giren akışkana hareket kazandırmak ve bu hareketi hızlandırmak için uygun olan baştır. NPEB, her bir feet'teki toplam akışın başıdır ve;

NPEB= Atmosfer basıncı - emme basıncı - emme yada itici akışkanın buhar basıncı' dır.

Yukarıdaki formülde emme yada itici akışkan basınçlarından hangisi daha büyükse, o değeri almak gerekmektedir.

Verim faktörü $R_W$, denkleme aşağıda gösterildiği dahil edilir.

$R_W = \varepsilon\sqrt{R_H} - 1$. Burada ε, verimlilik faktörüdür.

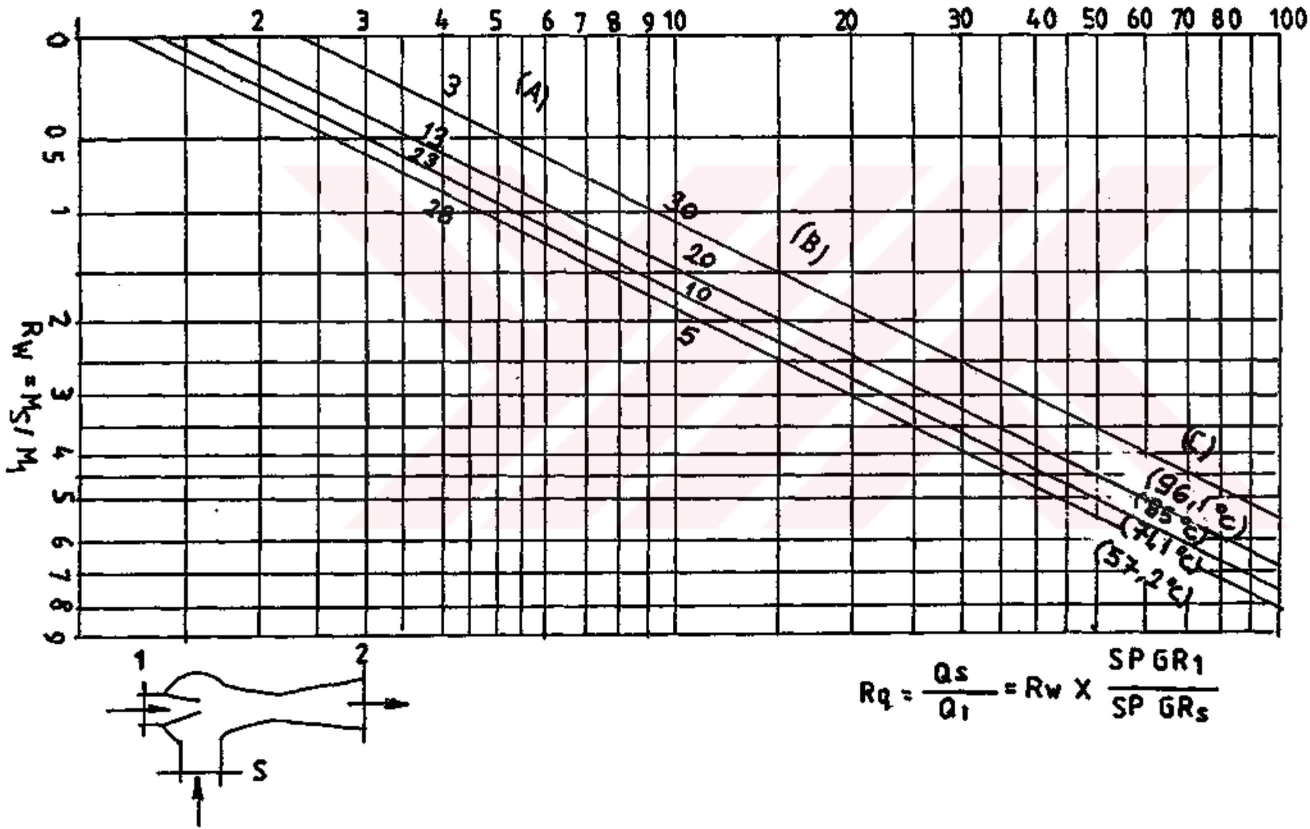
Bu denklem çalışma parametrelerinden itici miktarı yada basıncın hesaplamada kullanılır. Nozul ve difüzör çapları;

Q= W*A*V denkleminden uygun nozul ve difüzör giriş katsayılarının hesaplanmasıyla elde edilir.

Tasarımdaki ana problemler, karıştırma odasının boyutları ve oranlarıyla beraber, nozul ve difüzör arasındaki uzaklıkla ve de difüzörün uzunluğuyla ilgilidir. Edüktör tasarımları, uzunluk ve şekil için teorik bilgilere ve amprik ifadelere bağlıdır. Birçok, kullanılan verimli ünite, prototip testinden sonra oldukça değiştirilmiş, hesaplanmış tasarımlardan geliştirilmişlerdir.

İtici yada emme akışkanının yükseltilmiş viskozitesi, sürtünmeyi ve momentum kayıplarını artırır. Bundan dolayı Şekil 2' de gösterilen verimlilik faktörü düşme gösterir. 20 Centipoise' nin altında, ε' nun, %5 düşürülmesiyle verim en azdır. Bu değerin üstünde ise, performans kaybı çok daha fazla dikkat çekicidir. Burada amprik girdi ve ön testler ölçümlendirme parametrelerini belirlemek için kullanılırlar.

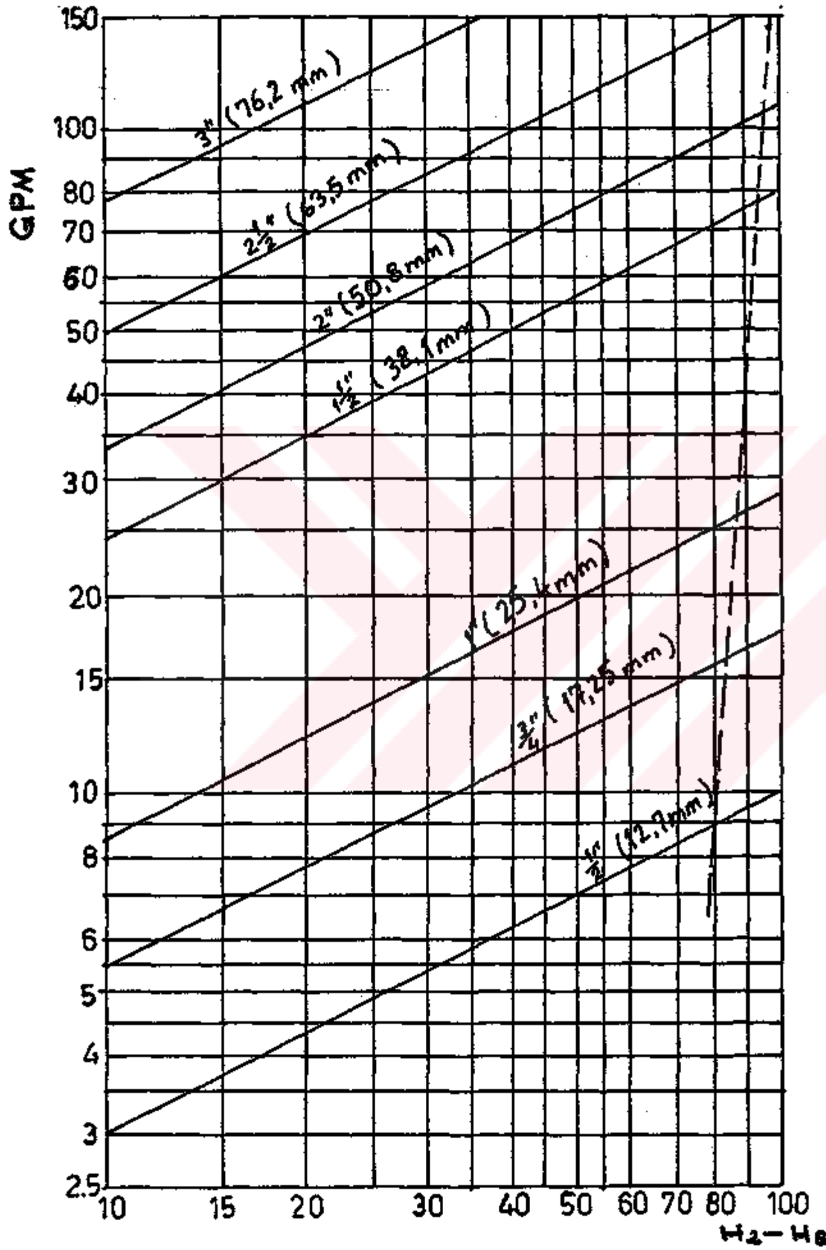
Şekil 3, değişik kaldırma şartları için, $R_W$ çalışma oranı ile, $R_H$ baş oranı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Verimlilik faktörü ise bu eğrinin içine dahil edilmiştir.



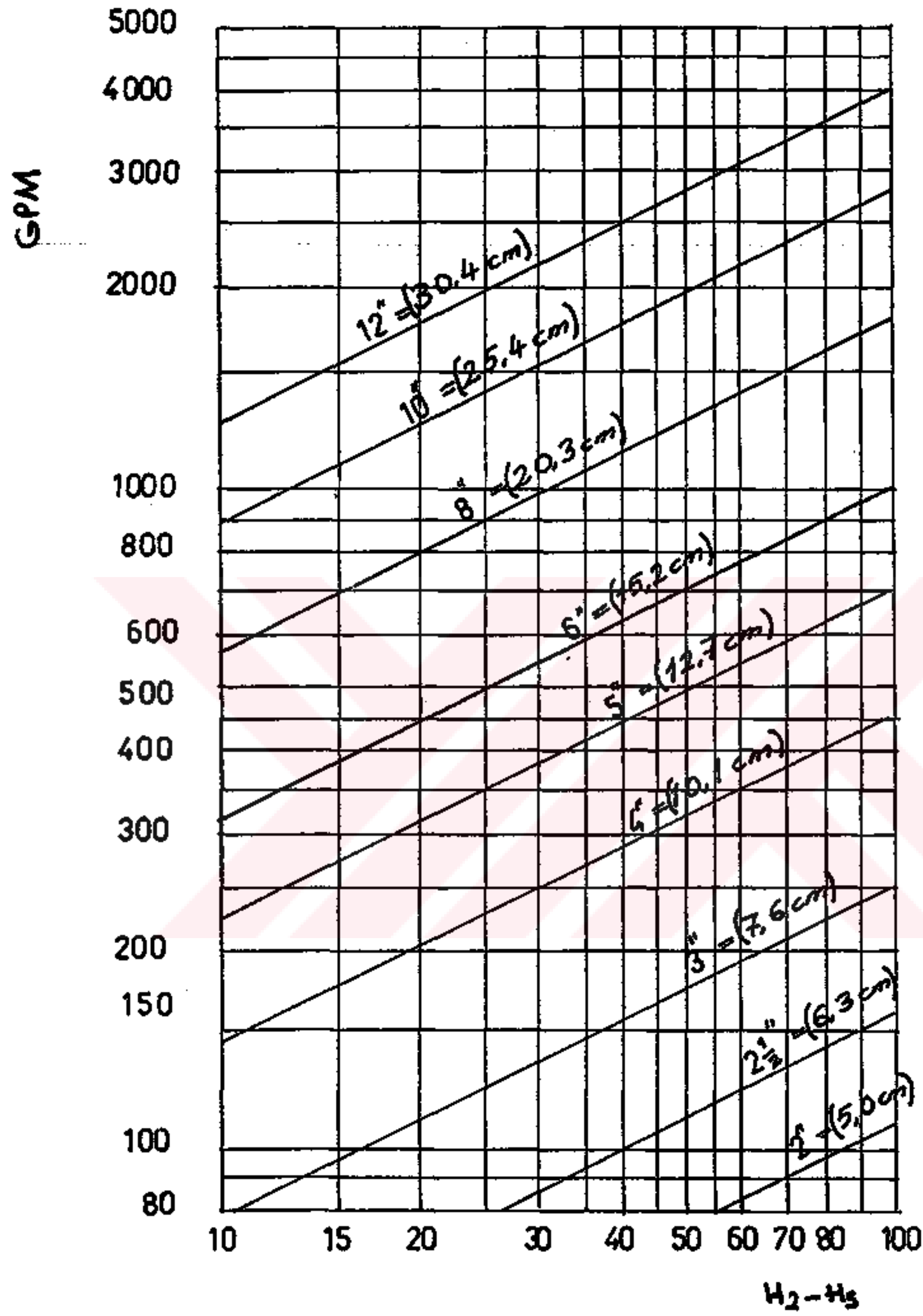

Şekil 3. Sıvı jet edüktörlerinde, tahmini işletme oranları. Bir edüktör sadece bir baş oranı için tasarlanabilir. [ Ref: Pump Handbook ]

Edüktörün, son boyutu, çıkış hattı ve buna bağlı olarak normal boru hattı hızları (0.9 m/s'den 3 m/s.' ye kadar ) temel alınarak tespit edilmiştir.

Şekil 4-A ve 4-B, edüktör boyutunun tahmini ölçüleri için kullanılırlar.




Şekil 4-A Ölçüm eğrisi [ Ref: Pump Handbook ]




Şekil 4-B Ölçüm eğrisi [ Ref: Pump Handbook ]

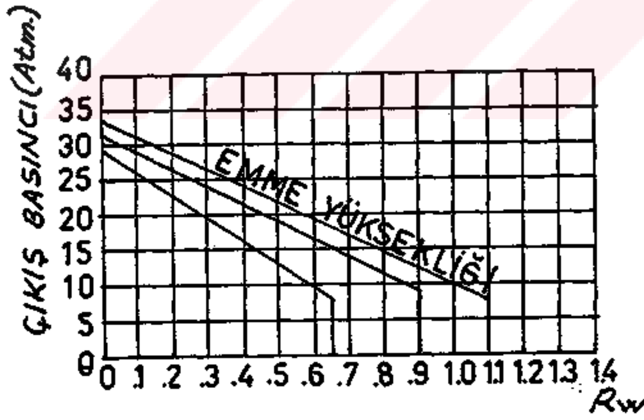
### 3.3. PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİ:

Şekil 5, edüktörün performans karakteristiklerini gösterir. Burada, tasarım noktasının altındaki keskin düşüş dikkat çekicidir. Bu nedenle, bütün edüktörler, bir zirve verimliliği için tasarlanırlar.

Çok sık olarak bu, bir zirve performansı yerine düşük verimlerde, yüksek bir performans aralığı elde etmek için, avantajlıdır ama bu aralık oldukça sınırlıdır.

### 3.4. AVANTAJLAR

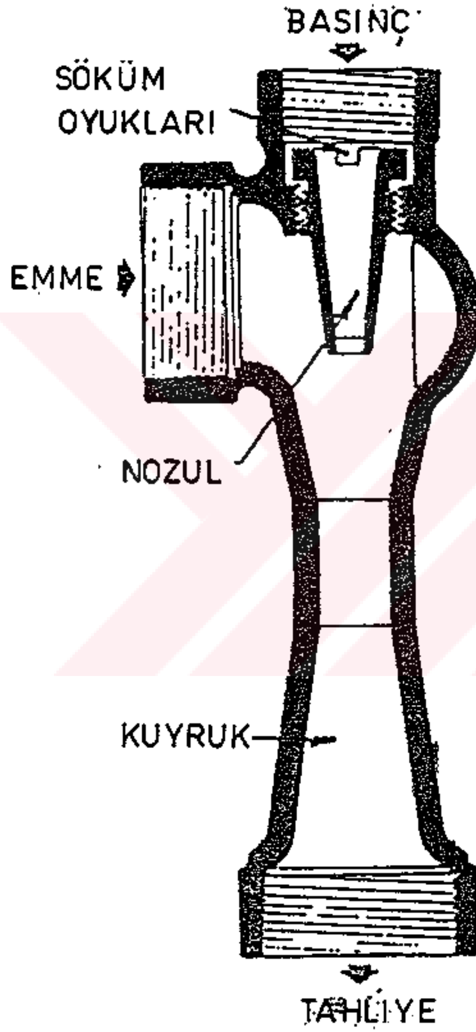
Kendi kendine hareket kazandırmasının yanı sıra, hareketli parçalarının olmaması, yağlama gerektirmemesi, teflon, ısıya dayanıklı cam ve fiberglas gibi özel malzemelerden olduğu gibi, herhangi bir işlenebilir malzemeden imal edilebilmesi gibi birçok avantajları vardır. Endüstride jet pompasının kulanım alanlarını anlatmak oldukça yer tutar ancak burada genel olarak uygulamalardan bahsedilecektir. Ancak kullanılacak edüktörün tipi, istekli servis tarafından belirlenmektedir.




Şekil 5. Bir edüktörün karakteristik performans eğrisi
[ Ref: Pump Handbook ]

### 3.5. GENEL MAKSAT EDÜKTÖRLERİ

Tablo 1, pompalama ve karıştırma işlemlerinde kullanılan genel maksat edüktörleri için kapasite değerlerini göstermektedir. Bu tip edüktörler Şekil 6' da gösterilmektedir ve yüksek verimlilik yerine geniş performans aralığına sahip olan edüktörlerdir.




Şekil 6. Genel maksat edüktörü [ Ref: Pump Handbook ]

Genel maksat edüktörleri için standart malzemeler;

- Dökme Demir
- Bronz
- Paslanmaz Çelik
- PVC' dir.

Genel maksat edüktörleri için kullanım yerleri;

- Yoğuşturucu Tahliyesi
- Foseptik Çukurları
- Derin Kuyular
- Gemilerden Sintine Suyu Tahliyesi

Şekil 7, daha yüksek emme yükseklikleri yada tanecikli akışkan kontrolunu gerektiren uygulamalar için daha da elverişli versiyonları göstermektedir. Bu tip edüktörler vakum altındaki kaplardan yoğuşmuş sıvının tahliyesinde kullanılır. Bu edüktörlerin sadece 0.60 m NPEB gerektirmesi ve mekanik pompalardan daha küçük olması sebebiyle daha az yer işgal etmeleri de avantajdır.

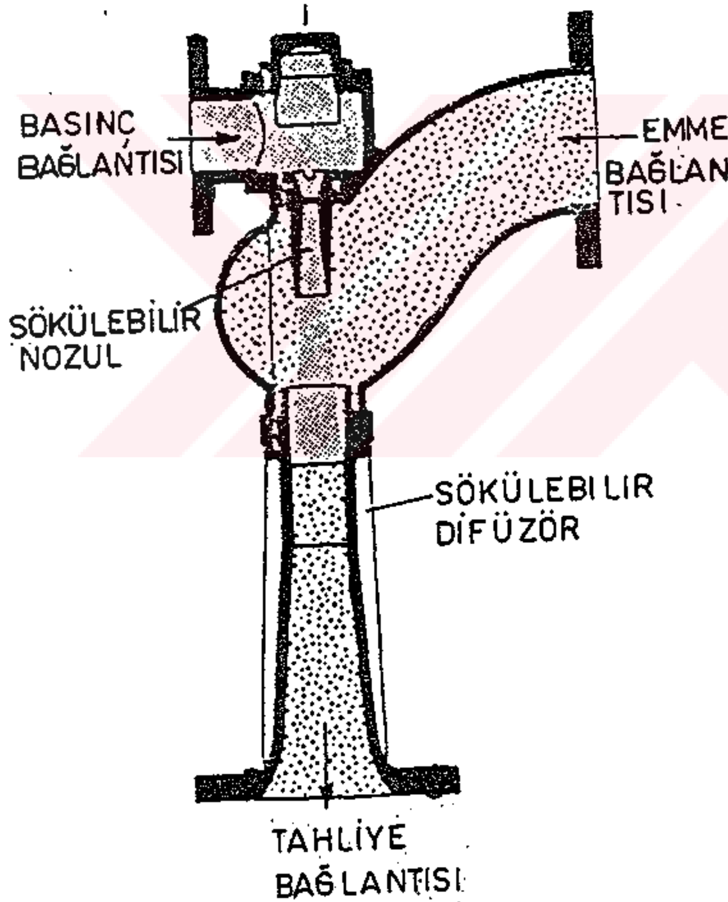
| EMME YÜKSEKLİĞİ (m) | ÇIKIŞ BASINCI (atm) | İŞLEM | STANDART 2.54 CM. SU JETİ EDÜKTÖRÜ KAPASİTESİ, (lt/dak.) İŞLEM SU BASINCI, (atm) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.703 | 1.406 | 2.109 | 2.812 | 3.515 | 4.218 | 5.624 | 7.030 |
| 0 | 0 | EMME | 0.41 | 0.56 | 0.66 | 0.70 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 |
| | | BASMA | 0.24 | 0.35 | 0.42 | 0.49 | 0.55 | 0.61 | 0.70 | 0.77 |
| | 0.3 | EMME | | 0.09 | 0.28 | 0.42 | 0.56 | 0.70 | 0.77 | 0.84 |
| | | BASMA | | 0.34 | 0.47 | 0.49 | 0.55 | 0.60 | 0.70 | 0.77 |
| | 0.7 | EMME | | | 0.01 | 0.16 | 0.33 | 0.44 | 0.61 | 0.77 |
| | | BASMA | | | 0.41 | 0.47 | 0.54 | 0.59 | 0.68 | 0.77 |
| | 1 | EMME | | | | | 0.08 | 0.59 | 0.41 | 0.60 |
| | | BASMA | | | | | 0.54 | 0.59 | 0.68 | 0.77 |
| | 1.4 | EMME | | | | | | 0.02 | 0.24 | 0.41 |
| | | BASMA | | | | | | 0.57 | 0.68 | 0.77 |
| | 1.7 | EMME | | | | | | | 0.05 | 0.27 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.67 | 0.77 |
| | 2.1 | EMME | | | | | | | | 0.11 |
| | | BASMA | | | | | | | | 0.77 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.5 | 0 | EMME | 0.30 | 0.47 | 0.60 | 0.67 | 0.77 | 0.77 | 0.84 | 0.84 |
| | | BASMA | 0.27 | 0.37 | 0.44 | 0.51 | 0.56 | 0.61 | 0.70 | 0.77 |
| | 0.3 | EMME | | 0.10 | 0.22 | 0.35 | 0.49 | 0.63 | 0.77 | 0.77 |
| | | BASMA | | 0.36 | 0.44 | 0.50 | 0.56 | 0.61 | 0.70 | 0.77 |
| | 0.7 | EMME | | | | 0.13 | 0.25 | 0.39 | 0.60 | 0.70 |
| | | BASMA | | | | 0.49 | 0.55 | 0.60 | 0.70 | 0.77 |
| | 1 | EMME | | | | | 0.07 | 0.18 | 0.40 | 0.58 |
| | | BASMA | | | | | 0.54 | 0.60 | 0.69 | 0.77 |
| | 1.4 | EMME | | | | | | | 0.23 | 0.39 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.68 | 0.77 |
| | 1.7 | EMME | | | | | | | 0.03 | 0.25 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.68 | 0.77 |
| | 2.1 | EMME | | | | | | | | 0.10 |
| | | BASMA | | | | | | | | 0.77 |
| 3 | 0 | EMME | 0.14 | 0.32 | 0.47 | 0.58 | 0.63 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| | | BASMA | 0.29 | 0.38 | 0.46 | 0.52 | 0.57 | 0.63 | 0.70 | 0.77 |
| | 0.3 | EMME | | | 0.14 | 0.30 | 0.41 | 0.54 | 0.69 | 0.70 |
| | | BASMA | | | 0.45 | 0.52 | 0.57 | 0.62 | 0.70 | 0.77 |
| | 0.7 | EMME | | | | 0.07 | 0.21 | 0.31 | 0.56 | 0.67 |
| | | BASMA | | | | 0.51 | 0.56 | 0.61 | 0.70 | 0.77 |
| | 1 | EMME | | | | | 0.07 | 0.14 | 0.39 | 0.51 |
| | | BASMA | | | | | 0.56 | 0.61 | 0.70 | 0.77 |
| | 1.4 | EMME | | | | | | | 0.19 | 0.37 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.69 | 0.77 |
| | 1.7 | EMME | | | | | | | | 0.19 |
| | | BASMA | | | | | | | | 0.77 |
| | 2.1 | EMME | | | | | | | | 0.07 |
| | | BASMA | | | | | | | | 0.77 |
| 4.5 | 0 | EMME | | 0.23 | 0.37 | 0.55 | 0.59 | 0.62 | 0.62 | 0.63 |
| | | BASMA | | 0.40 | 0.47 | 0.53 | 0.59 | 0.63 | 0.70 | 0.84 |
| | 0.3 | EMME | | | | 0.28 | 0.34 | 0.51 | 0.60 | 0.63 |
| | | BASMA | | | | 0.53 | 0.58 | 0.63 | 0.70 | 0.77 |
| | 0.7 | EMME | | | | | 0.16 | 0.28 | 0.44 | 0.60 |
| | | BASMA | | | | | 0.57 | 0.63 | 0.70 | 0.77 |
| | 1 | EMME | | | | | | | 0.29 | 0.47 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.70 | 0.77 |
| | 1.4 | EMME | | | | | | | 0.14 | 0.31 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.70 | 0.77 |
| | 1.7 | EMME | | | | | | | 0.14 | 0.31 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.7 | 0.77 |
| | 2.1 | EMME | | | | | | | | 0.13 |
| | | BASMA | | | | | | | | 0.77 |
| | 0 | EMME | | 0.14 | 0.28 | 0.44 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| | | BASMA | | 0.42 | 0.49 | 0.54 | 0.60 | 0.65 | 0.77 | 0.84 |
| | 0.3 | EMME | | | | 0.19 | 0.27 | 0.44 | 0.54 | 0.54 |
| | | BASMA | | | | 0.54 | 0.59 | 0.64 | 0.70 | 0.84 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 0.7 | EMME | | | | | 0.08 | 0.21 | 0.40 | 0.49 |
| | | BASMA | | | | | 0.58 | 0.63 | 0.70 | 0.77 |
| | | EMME | | | | | | | 0.25 | 0.37 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.70 | 0.70 |
| | 1.4 | EMME | | | | | | | 0.25 | 0.37 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.70 | 0.77 |
| | 1.7 | EMME | | | | | | | 0.09 | 0.26 |
| | | BASMA | | | | | | | 0.70 | 0.77 |
| | 2.1 | EMME | | | | | | | | 0.10 |
| | | BASMA | | | | | | | | 0.77 |

| Edüktör Boyutu (mm) | 12.7 | 19.05 | 25.4 | 38.1 | 50.8 | 63.5 | 76.2 | 101.6 | 152.4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kapasite Oranı | 0.36 | 0.64 | 1.00 | 2.89 | 4.00 | 6.25 | 9.00 | 16.0 | 36.00 |

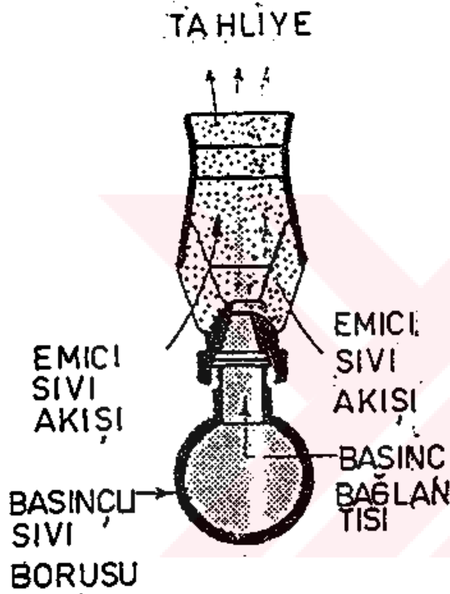
Tablo 1. Standart edüktörlerin kapasite tablosu [ Ref: Pump Handbook ]



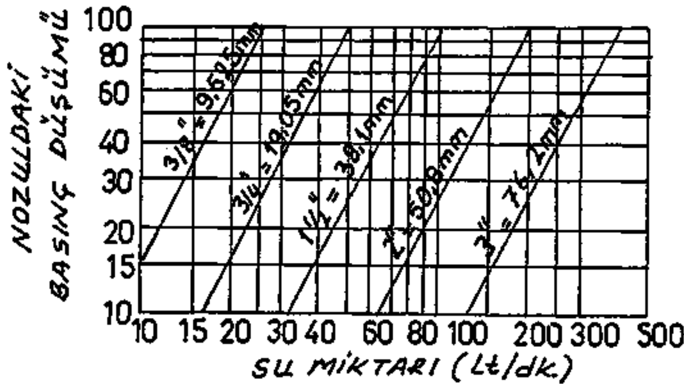

Şekil 7. Akışa uygun olarak şekillendirilmiş edüktör.
[ Ref: Pump Handbook ]

## 3.6. KARIŞTIRICI EDÜKTÖRLER

Birçok edüktörler doğal olarak karıştırıcı yapıyorken bazı edüktörlerde özellikle karıştırıcı olarak tasarlanırlar. Mekanik karıştırıcılarda, malzemeye yer değiştirici olarakta kullanılırlar ve karıştırma yapılacak tankın için yerleştirilirler. Şekil 8, edüktörlerin en basit şekilleri olan Püskürtücü Nozulu gösterilmektedir. Bu tip üniteler her 3785.43 cm³ itici akışkan için yaklaşık olarak 11356.29 cm³ emme akışkanı karıştırırlar. Tam bir karıştırma için nozuldan 1.406 atm' lik bir geçiş önerilir. Şekil 9, bu tip bir edüktör için itici kapasitelerini göstermektedir. Püskürtücü Nozullları normalde sığ kaplar için kullanılırlar.




Şekil 8. Püskürtücü Nozul [ Ref: Pump Handbook ]

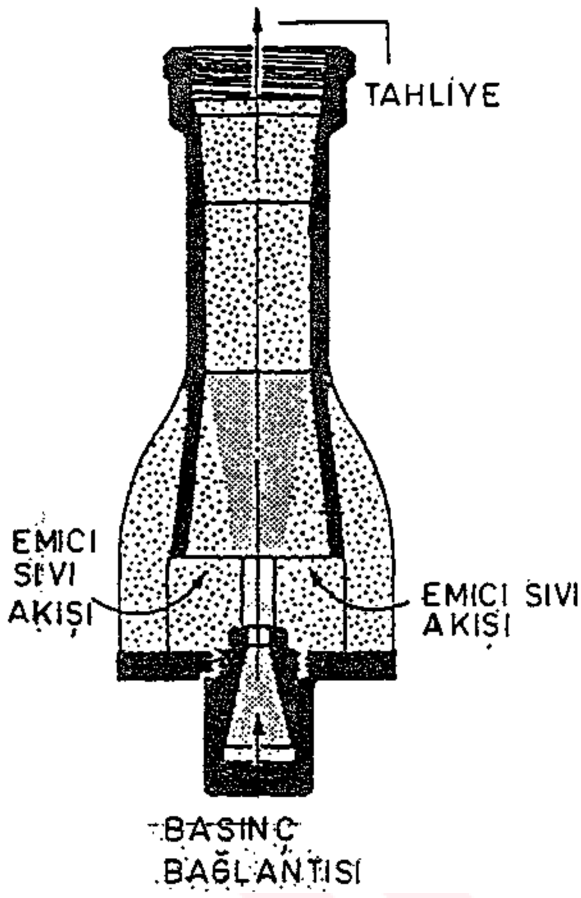



Şekil 9. Püskürtücü nozulların itici kapasitesi
[ Ref: Pump Handbook ]

Şekil 10, Tank Karıştırıcı olarak adlandırılan diğer bir edüktör tipini göstermektdir. Bu edüktörler, karıştırılacak sıvının altına monte edilirler. Tablo 2' de bu tip edüktörler için, itici kapasiteleri gösterilmektedir. Birimler; belirli bir karışım oranına göre, tank akışkanın miktarına göre, tespit edilmiş karışım oranına göre ve karıştırılacak kabın derinliğine göre belirlenirler.

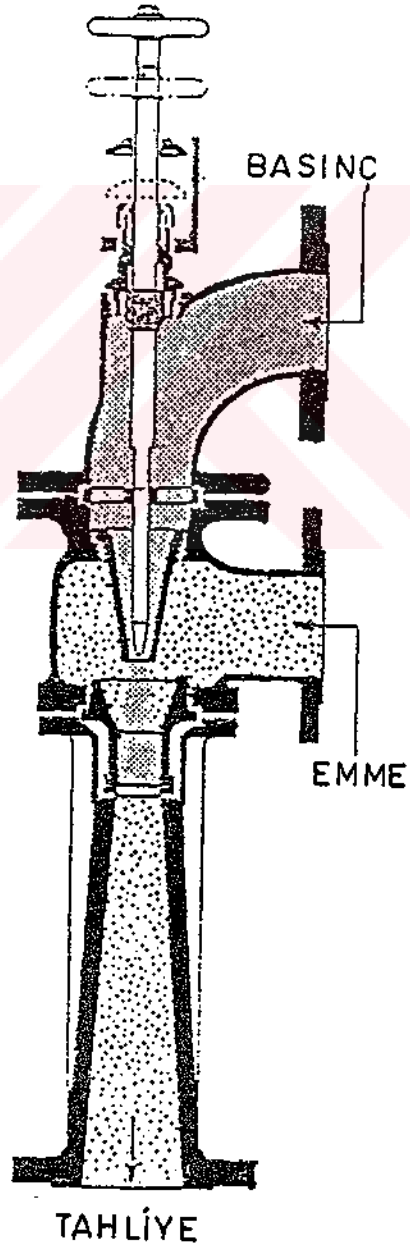
| BOYUT (mm) | İTİCİ AKIŞKAN SUYU, lt/s | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TANKA GİRİŞ BASINÇ DEĞİŞİMİ, atm | | | | | | | |
| | 0.7 | 1.4 | 2.1 | 2.8 | 3.5 | 4.2 | 5.6 | 7 |
| 12.7 | 0.22 | 0.31 | 0.37 | 0.44 | 0.50 | 0.53 | 0.63 | 0.69 |
| 19.05 | 0.63 | 0.91 | 1.10 | 1.26 | 1.45 | 1.54 | 1.82 | 2.01 |
| 25.4 | 0.89 | 1.26 | 1.57 | 1.76 | 1.89 | 2.17 | 2.52 | 2.80 |
| 31.75 | 1.38 | 1.95 | 2.36 | 2.77 | 3.15 | 3.34 | 3.94 | 4.35 |
| 38.1 | 1.98 | 2.83 | 15.85 | 1.16 | 4.54 | 4.82 | 5.67 | 6.24 |
| | | | | | | | | |
| 50.8 | 3.53 | 5.04 | 6.05 | 7.06 | 8.07 | 8.57 | 10 | 11 |
| 76.2 | 7.94 | 11.35 | 13.6 | 15.89 | 18.16 | 19.30 | 22.7 | 24.98 |
| 101.6 | 14.13 | 20.18 | 24.22 | 28.26 | 32.29 | 34.31 | 40.37 | 44.41 |
| 127 | 22.07 | 31.54 | 37.85 | 44.15 | 50.46 | 53.62 | 63.08 | 69.39 |
| 152.4 | 31.16 | 45.42 | 54.50 | 63.58 | 72.67 | 77.21 | 90.84 | 99.92 |

Tablo 2. Tank Karıştırıcı Edüktörlerin İtici Kapasiteleri
[ Ref: Pump Handbook ]




Şekil 10. Tank Karıştırıcı Edüktör
[ Ref: Pump Handbook ]

### 3.7. İĞNELİ EDÜKTÖRLER




Şekil 11. Oranlama Edüktörü
[ Ref: Pump Handbook ]

Şekil 11' de bir başka karıştırma edüktörü gösterilmektedir.

İğneli Edüktörler için tipik kullanım sahaları şunlardır;

- Kostik, oksijen yada bakır slurrileriyle, hidrokarbonları karıştırmak
- Emülsiyon üretmek

Kimyasal işlem endüstrisinde orantı sağlamak

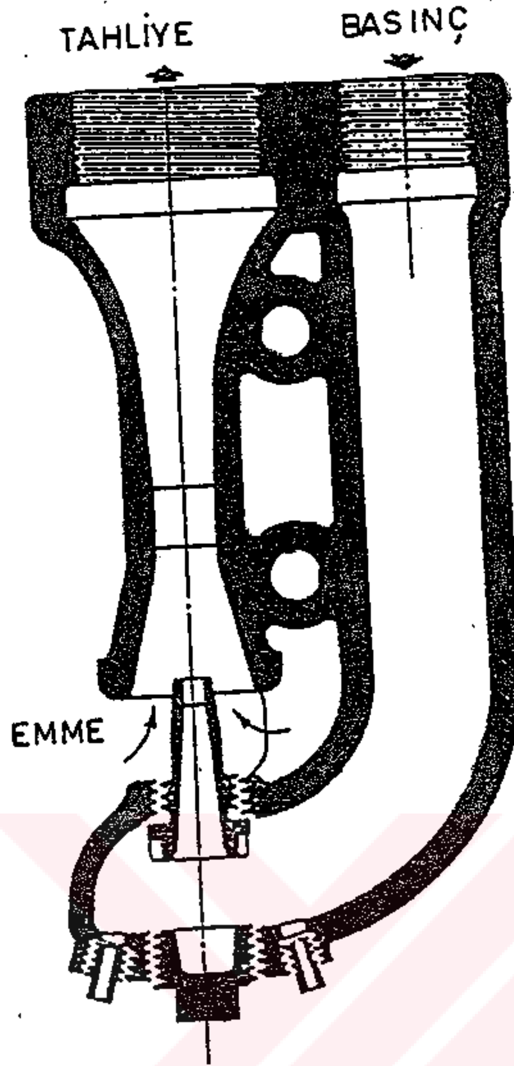
Kritik uygulamalarda bazen spindle' ı ayarlamak kapatma kontrolunu sağlamak için bir diyafram operatörlüğüyle sağlanır. Tablo 3, bu tür üniteler için tipik uygulamalardaki kapasiteleri göstermektedir.

| İTİCİ AKIŞKAN | NAPHTHA | HİDROKARBON | GAZOLİN | GAZOLİN | KEROZEN |
|---|---|---|---|---|---|
| EMME AKIŞKANI | BAKIRKLORİD PARÇALARI | HİDROKARBON | İNCE ÇAMUR | SU | İNCELTİLMİŞ KEROZEN |
| BASINÇ, atm | | | | | |
| İTME | 11.60 | 20.74 | 11.95 | 5.27 | 10.26 |
| EMME | 2.81 | 0.35 | 5.27 | 3.51 | 4.21 |
| TAHLİYE | 5.27 | 0.70 | 7.03 | 3.51 | 4.92 |
| AKIŞ,lt/s | | | | | |
| İTME | 0.13 | 0.04 | 5.67 | 10.72 | 30.40 |
| EMME | 1.26 | 3.65 | 4.66 | 2.64 | 44.15 |
| TAHLİYE | 3.15 | 4.28 | 10.34 | 13.37 | 74.56 |
| EDÜKTÖR BOYU (mm) | 38.1 | 76.2 | 101.6 | 101.6 | 152.4 |

Tablo 3. Oranlama Edüktörleri Kapasieteleri [ Ref: Pump Handbook ]

### 3.8.KUM VE ÇAMUR EDÜKTÖRLERİ

Şekil 12, kum, çamur yada balçık benzeri diğer doğal malzemelerin olduğu ve kolaylıkla tahliye edilemeyen, kuyular, tanklar, çukurlar, hazneler yada benzeri yerlerde pompalama işleminde kullanılan, bir kum ve çamur pompasını göstermektedir. Bu tip edüktörlerle birlikte Jetin maksimum basınç odacığının altına bir karıştırıcı nozullar yüzüğü bağlanmıştır. Bu nozullar maksimum girişi sağlamak için, basınç yaptığı jette malzemeyi karıştırırlar. Tablo 4' te bu tip edüktörler için kapasite tablosu gösterilmektedir.




Şekil 12. Kum ve Çamur Edüktörleri [ Ref: Pump Handbook ]

| EMME KAPASİTESİ | | | |
|---|---|---|---|
| İŞLETME SU BASINCI, atm | 2.81 | 3.51 | 4.21 |
| TOPLAM İTİCİ AKIŞKAN,lt/s | 4.3 | 4.8 | 5.36 |
| NET EMME AKIŞKANI,lt/s | 1.89 | 2.17 | 2.42 |
| MAKSİMUM TAHLIYE BAŞI,m | 6.70 | 7.92 | 9.75 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| EDÜKTÖR BOYU,mm | 38.1 | 63.5 | 76.2 | 101.6 | 127 | 152.4 |
| KAPASİTE ORANI | 0.29 | 0.62 | 1.00 | 1.85 | 2.80 | 3.80 |

Tablo 4. Kum ve Çamur Edüktörlerinin İzafi Kapasiteleri
[ Ref: Pump Handbook ]

Bu tablo, Tablo1. İle aynı amaçla kullanılabilir. İstenilen emme akışı uygun bir itici basınç altında, Tablo 4' ten seçilen emme kapasitesi tarafından bölünür. Bu değer kapasite oranıdır. Böylece karar verilen geçerli kapasiteler, tablodaki değerlerden seçilen edüktörün, kapasite oranıyla çarpılmasıyla elde edilir. Maksimum tahliye başı tablodan okunur.

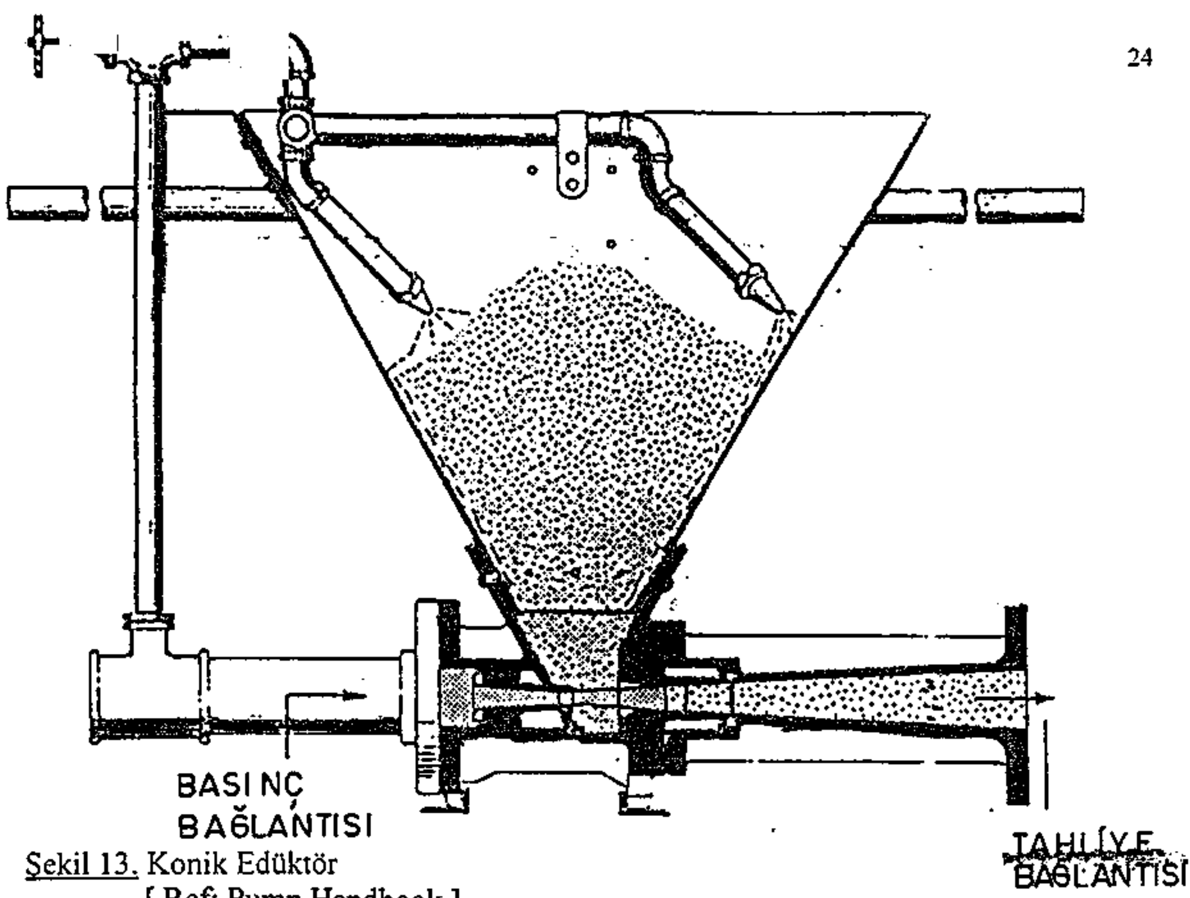
## 3.9. KATI UYGULAMA EDÜKTÖRLERİ

Şekil 13. Zıplatıcı Edüktörler olarak adlandırılan özel tip bir edüktörü göstermektedir.

Katı Uygulamalı Edüktörler için kullanım sahaları şunlardır;

- İnce çamurların tahliyelerinde
- Granular formdaki kuru katılardaki uygulamalarda
- Tank diplerindeki balçık tahliyelerinde
- Filtre yataklarındaki kumların pompalanmasında
- Granular malzemelerin yıkanmasında yada taşınmasında kullanılırlar.

Tipik edüktör yapısı, sertleştirilmiş çelik nozulla beraber dökme demir ve boğaz kovanlarıdır. Uygulamada aşağı yönlü yıkama amaçlı nozullar, zıplayıcı taraflarda yumuşak akışı sağlarlar. Böylece malzeme aktarımı esnasında malzemenin dışarı çıkmasını önler ve aynı zamanda aşırı hava miktarına karşı sızdırmazlık görevi yapmış olurlar. Bu sızdırmazlık olmazsa, Tablo 5' te gösterilen kapasiteler yaklaşık olarak üçe bölünmelidir. Tablo 6, bu edüktörlerde uygulamaya alınan malzemeleri ve onların hacimsel yoğunluklarını göstermektedir. Konik Tipli edüktörler için kapasite tablosunun kullanılması tablo 1 ve tablo 4' ün kullanılmasıyla aynıdır, bundan ancak feet küp olarak ifade edilen , gerekli emme miktarları hariç tutulmalıdır. Kapasite oranı tablodaki değerin gerekli emme akışına oranı ile elde edilir ve bir büyük değerli edüktör seçilir.




Şekil 13. Konik Edüktör
[ Ref: Pump Handbook ]

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| İŞLETME SU BASINCI, atm | 2.10 | 2.81 | 3.51 | 4.21 |
| EMME KAPASİTESİ, m³/saat | 4 | 11 | 22 | 27 |
| MAKSİMUM TAHLİYE BASINCI, atm | 0.98 | 1.19 | 1.26 | 1.40 |
| İTİCİ AKIŞKAN SARFİYATI, lt/s | 2.20 | 2.52 | 2.83 | 3.15 |

*Aşağı yönlü nozullardan yaklaşık olarak %10 itici akışkan geçtiği düşünülerek.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| EDÜKTÖR BOYU,mm | 38.1 | 50.8 | 76.2 | 101.6 | 152.4 |
| KAPASİTE ORANI | 1.00 | 1.60 | 3.50 | 6.00 | 18.00 |

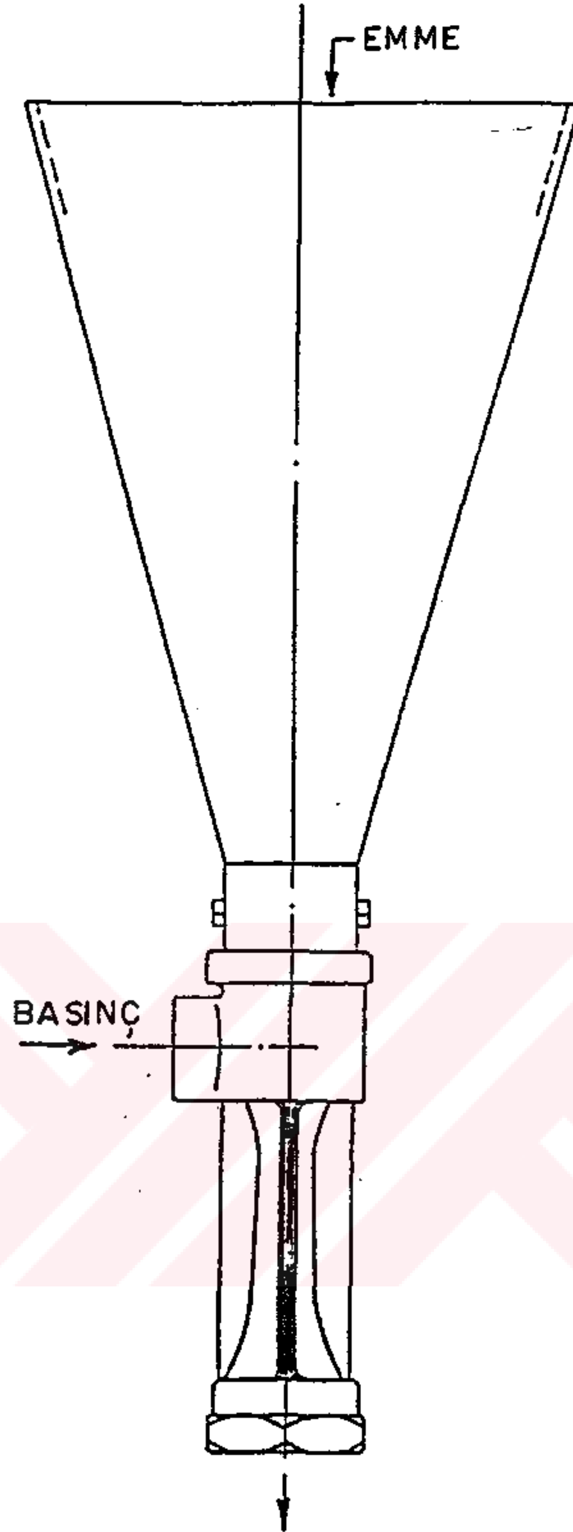
Tablo 5. Konik Tipli Edüktörlerin, İzafi Kapasiteleri
[ Ref: Pump Handbook ]

Bir diğer katı uygulamalı edüktör Şekil 14' te gösterilmiştir. Dairesel orifis edüktörleri, malzemenin ıslandığı zaman toplandığı yada sakızlanma eğilimi gösterdiği yerlerde kullanılırlar. Bu ünitede karışım boğazda oluşur ve alet tamamen engellenmeye karşı korunaklıdır. Normalde bu ünite direk olarak tankın karşısına ve tahliye edilecek karışımın içine yerleştirilir. Tablo 7, bu tip bir ünite için kapasiteleri göstermektedir. Bu tip edüktörlerin üniteleri, sert katılardan ıslak katılara kadar karıştırma ve uygulamalarında başarıyla kullanılmaktadır.

karşı korunaklıdır. Normalde bu ünite direk olarak tankın karşısına ve tahliye edilecek karışımın içine yerleştirilir. Tablo 7, bu tip bir ünite için kapasiteleri göstermektedir. Bu tip edüktörlerin üniteleri, sert katılardan ıslak katılara kadar karıştırma ve uygulamalarında başarıyla kullanılmaktadır.

| MALZEME | YAKLAŞIK YOĞUNLUK, kg/m$^3$ |
|---|---|
| BORAX | 800-880 |
| MANGAL KÖMÜRÜ | 290-450 |
| SİLİSLİ TOPRAK | 160-320 |
| KİREÇ, ÇAKIL HALİNDE | 890 |
| KİREÇ, TOZ HALDE | 510-640 |
| LAPA | 960-1050 |
| UÇAN KÜL | 560-640 |
| REÇİNE | 1075 |
| GRANÜL HALDE TUZ | 720-820 |
| TAŞ HALDE TUZ | 1120-1280 |
| NEMLİ KUM | 1200-1360 |
| KURU KUM | 1450-1600 |
| KURU TALAŞ | 210 |
| HAFİF SODA KÜLÜ | 320-560 |
| KURU SODYUM NİTRAT | 1280 |
| TOZ HALDE KUKURT | 800-960 |
| BUĞDAY | 770 |
| KURU, TOZ HALDE ,ÇİNKO OKSİT | 160-560 |

Tablo 6. Konik Yapılı Edüktörler Tarafından İşleme Tabi Tutulan Tipik Malzemeler.




Şekil 14. Dairesel Edüktörler
[ Ref: Pump Handbook ]

Tablo 5 ve Tablo7, kapasiteleri göstermektedir ve benzerdir. Daha öncede arz edildiği gibi bu tablolardan seçim metodları aynıdır.

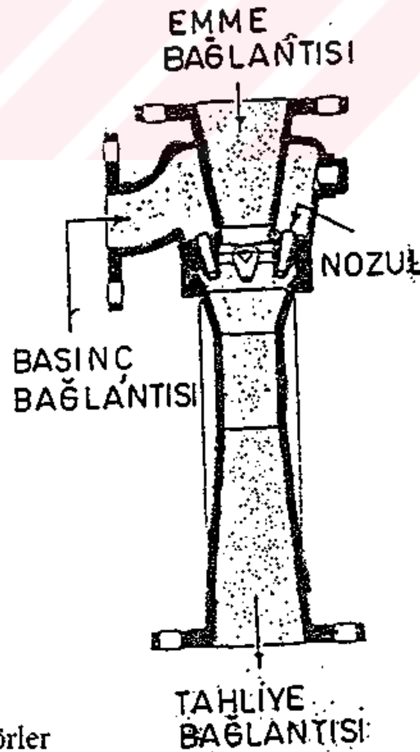
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| EDÜKTÖR BOYU.mm | 31.75 | 38.1 | 50.8 | 63.5 | 76.2 | 101.6 |
| KAPASİTE ORANI | 0.62 | 1.00 | 1.43 | 2.86 | 4.76 | 8.80 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İTİCİ BASINCI, atm | 2.10 | 2.81 | 3.51 | 4.21 | 4.92 | 5.62 | 6.32 | 7.03 |
| KARIŞIM, m³/saat | 0.80 | 2.16 | 4.38 | 5.45 | 6.18 | 6.70 | 6.98 | 7.25 |
| İTİCİ AKIŞ.lt/s | 0.80 | 0.92 | 1.02 | 1.12 | 1.21 | 1.30 | 1.38 | 1.45 |

Tablo 7. Dairesel Edüktörlerin, İzafi Kapasiteleri
[ Ref: Pump Handbook ]

**3.10. ÇOKLU NOZUL EDÜKTÖRLER**

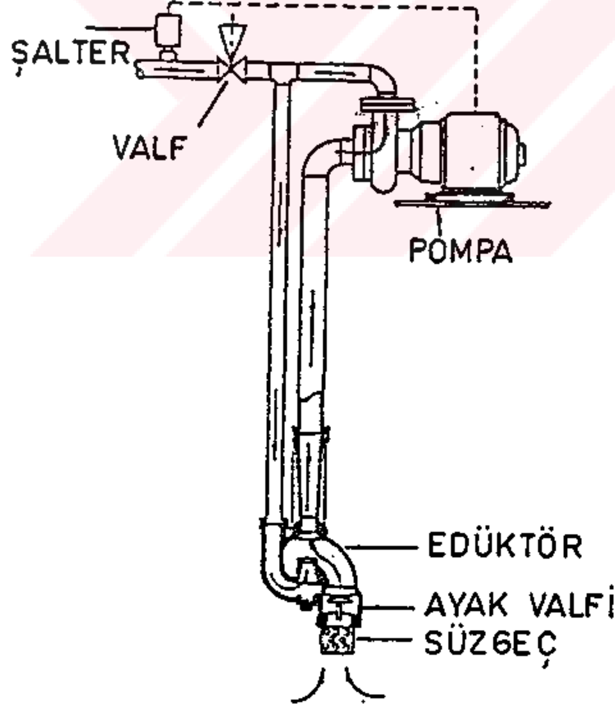
Şekil 15, emme akışkanının tam katılar ve yarı katılar içerdiği yerlerdeki, özel kullanımlar için tasarlanmış çoklu nozul edüktörlerini göstermektedir. Bu öncelikle düşük tahliye başlarındaki geniş akışlar için kullanılmaktadır. ( Bu ünitelerin izafeten, geniş hava uygulamaları olması sebebiyle, dredging pompaları gibi pompalardan önce kullanılmak için oldukça uygundurlar. Bu yerlerde hava paketleri, dredging pompalarının işlevlerini kaybetmelerine yol açabilir.) Bu edüktörler baş oranı için temel eşitliklerin kullanılmasıyla elde edilirler. ) Uygun verimlilik faktörleri, Şekil 2' den seçilir ve hacimsel akış oranı hesaplanır. Şekil 4' Tahliye akışının belirlenme işleminden sonra, edüktörü boyutlandırmada kullanılır.




Şekil 15. Çoklu Nozul Edüktörler
[ Ref: Pump Handbook ]

### 3.11. DERİN KUYU EDÜKTÖRLERİ

Şekil 16' da gösterilen edüktörler, ticari amaçlı ve yerleşim yerlerinde bulunan, derin kuyulardakş su kaynaklarından su tahliyesi için, bir mekanik pompayla birleşik olarak kullanılırlar. Edüktör, suyu barometrik düzeyin altından, yüzeydeki itici pompaya ulaştırır. Böylece yüzeydeki pompa için suyun aktarım işlemi kolaylaşmış olur. Uygulamada edüktör, itici pompanın emme ve tahliye kısımlarına hortumlarla bağlanmış ve kuyu haznesine bırakılmıştır. Başlangıç hareketinin, edüktörün emme kısmındaki bir valf vasıtasıyla verilmesi gerekir. Yüzeydeki pompa aktif hale geçince, edüktör boyunca basınç suyu, kuyudan gelen suya karışır. Böylece akışkan mekanik pompa tarfında yüzeye taşınmak için yeterli yüksekliğe çıkarılmış olur. Yüzeydeki bir by-pass valf, bir geri dönüş tankına emilen miktardaki akışkanı yönlendirir. Bu ünitelerin kapasiteleri, santrifüj pompanın verimliliğine ve kuyunun derinliğine bağlıdır. Satndart bir ticari ünite, 1" basınç ve 1 ¼" tahliye bağlantılarına ve değişik derinlikler için kullanılan, kullanılan birçok değişik nozul ve difüzör kombinasyonlarına sahiptir.




Şekil 16. Santrifüj-Jet Pompası Kombinasyonu
[ Ref: Pump Handbook ]

## 3.12. HAZIRLAYICI EDÜKTÖRLER

Edüktörler sıklıkla mekanik, pompalar için ön hazırlık cihazları kullanılırlar. Bu uygulamada edüktörler, sudan ziyade havayı hareket ettirmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Sıvı jetler, yoğunlaşmayan akışkanların tahliyesi için uygun değillerdir ve bu nedenle kapasiteleri düşüktür. Yoğuşuturcu su kutuları gibi daha fazla hacimler gerektiğinde bir tahliyeci kullanmak uygun olur.

Şekil 6' daki su jeti edüktörü jet-nozulun katı-konik sprey nozuluyla yer değiştirmesiyle birlikte, su-jeti tahliyecisi halini alır. Böyle bir ünite için, tahliye değerleri ve kapasite tablosu Şekil 18 ve Tablo8' de gösterilmiştir.

| | YAKLAŞIK SU TÜKETİMİ,lt/s SU BASINCI, atm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| BOYUT, mm | 2.1 | 2.8 | 4.2 | 5.60 | 7 |
| 12.7 | 0.16 | 0.01 | 0.21 | 0.23 | 0.26 |
| 19.05 | 0.29 | 0.33 | 0.40 | 0.46 | 0.52 |
| 25.4 | 0.39 | 0.42 | 0.51 | 0.56 | 0.63 |
| 38.1 | 1.26 | 1.45 | 1.70 | 1.89 | 2.01 |
| 50.8 | 1.76 | 1.95 | 2.27 | 2.58 | 2.83 |
| 63.5 | 2.90 | 3.21 | 3.78 | 4.22 | 4.60 |
| 76.2 | 4.16 | 4.60 | 5.42 | 6.05 | 6.68 |

Not: Bütün akışlar 15 inHg' da gerçekleşmektedir.

Tablo 8. Su Jeti Tahliyecilerinin Su Tüketimi [ Ref: Pump Handbook ]

Edüktörler yaklaşık olarak, su-jeti tahliyecilerinin 1/5 hava uygulamaları kapasitelerine sahiptirler. Bu, benzer itici miktar ve basıncın sağlandığı yerlerde geçerlidir.

## 3.13. SIVILAR İÇİN KULLANILAN JET POMPALAR

Hesaplamalarda **h** seviyesinin etkisi ihmal edilecektir. Bu gaz veya buhar içinde geçerlidir. Fakat düşey çalışan jet pompalarda bu mesafe önem taşıyabilir. Burada verilecek ifadeler genelleştirilip kullanılacaktır. (Örneğin basınç enerjisi p/γ yerine p/γ +h, p yerine ise p+ γh alınacaktır). "h", seçilen referans sıfır seviyesine göre alınan yükseklıktir.

Ortak karıştırma hızı, $c_m$, hareketli sıvıyla aktarılacak sıvının karıştırılması sabit basınç da olacağı düşüncesinden başlayarak, impuls teoremi kullanılarak;

$$c_m = \frac{\mu c_1 + c_2}{1+\mu} = \frac{\mu + \frac{c_1}{c_0} + \alpha}{1+\mu} C_0$$ olup, gerçekte;

$$\frac{c_1}{c_0} = \sqrt{\frac{p_e - p_1}{p_e - p_0}} = \sqrt{1 + \frac{p_0 - p_1}{p_e - p_o}} = \sqrt{1 + \alpha^2 (\frac{\varphi_1}{\varphi_2})}$$ ' dir.

$c_a = \tau c_0$ jet pompa çıkışındaki hız olmak üzere, enerji bağıntısındaki basınç artışı;

$$p_a - p_1 = (p_a - p_0) + (p_0 - p_1)$$

$$= p_a - p_0 + \alpha^2 (\frac{\varphi_1}{\varphi_2})^2 (p_e - p_0)$$

$$= \mu \frac{\gamma}{2g} (c_{cm}^2 - c_a^2)$$

$$= x c_0^2 \left[ \left( \frac{\mu \frac{c_1}{c_0} + \alpha}{1+\mu} \right)^2 - \tau^2 \right]$$

$$= \eta \varphi_1^2 (p_e - p_0) \left[ \left( \frac{\mu \frac{c_1}{c_0} + \alpha}{1+\mu} \right)^2 - \tau^2 \right]$$

eğer $\mu = 0.75 - 0.80$ ise, aranılan bağıntı,

$$w = \sqrt{\frac{1}{\eta \varphi_1^2} \left[ \frac{p_a - p_0}{p_e - p_0} + \alpha^2 \left( \frac{\varphi_1}{\varphi_2} \right)^2 \right] + \tau^2}$$ olacaktır.

$C_a$ ihmal edildiği sürece $\tau$=0 alınabilir. Eğer $p_e$, $p_o$ ve $p_a$ basınçları önceden belirlenebilirse, $\alpha$ değiştirilebilir. $\alpha$' nın belli değerleri için $\mu$ minimum yapılmaya çalışılır. Bulunacak bu değer arzu edilen $\alpha$ değeridir. $\alpha$ ile $c_2$ hızı $f_2$ kesiti böylece daha kolaylıkla tayin edilebilir.

Şekil 2' de $(p_a-p_o)/(p_e-p_o)$' nın çeşitli değerleri için $\mu=f(\alpha)$ çizilmiştir. Görüldüğü üzere $\mu$, $\alpha$' nın $\alpha$=0.20 - 0.25 değerlerine minimum olmaktadır. Bu şartlarda en iyi dizayn için girişteki karıştırma odasında, oldukça büyük basınç düşümü $(p_o-p_1)$ değerlerine ulaşılabilmelidir.

(4) no' lu ifade jet pompaların pratik yoldan hesaplanabilmeleri için kullanılabilecek bir bağıntıdır. Teoride karıştırma nozulunun en dar kesiti;

$$F_m' = \frac{G_2(1+\mu)}{C_m\gamma},$$

fakat teoride kesit,

$$F_m = (1+Z)\,F_m' = (1+Z)(1+\mu) = \frac{G_2}{C_m\gamma} \text{ olmalıdır.}$$

Z=0.3 - 0.5 . Ayrıca pratikte verim ise;

$$\eta_s = \frac{G_2\,\dfrac{P_a-P_o}{\gamma}}{G_1\,\dfrac{P_e-P_a}{\gamma}} = \frac{P_a-P_o}{\mu(P_e-P_a)}; \text{ dır.}$$

Þekil 3' e göre oldukça iyi verim deðerlerine ulaþýlabilmektedir. Bazý özel hallerde her ne kadar (6) no' lu baðýntý tek bir pompanýn kalitesini çok iyi karakterize edebiliyorsa da verim tarifini genel verim olarak yapmak daha iyi olacaktýr.

## 4. GAZ VE BUHAR İÇİN KULLANILAN JET POMPALAR

Burada ısı gradyeni $\Delta i$=H, daha önce yazılan ifadelerdeki basınç farklarının yerini almaktadır. (Şekil.4. ). Isı miktarı ve ısı gradyeni i-s diyagramından okunabilir. (Şekil.4. ). Gerektiğinde gazlar için hesaplamada yapılabilir. Gazlar için,

$$\Delta i = C_p \Delta T = C_p(T-T^*)$$

fakat, $\frac{T}{T'}=(\frac{P}{P'})^{\frac{\chi-1}{\chi}}$ ve $H = \pm C_p(T-T')$ olduğundan H her zaman (+) değerini alır.

Buharlı jet kompresörlerde emilen buhar genellikle doymuş haldedir. Yani Şekil 4' de P noktası **doyma hattı** üzerindedir. Hatta sürükleyici buharda olduğu gibi, **doymuş buhar** hali en fazla istenilen haldir. Böylece A noktası tercihen doyma hattı üzerinde olacaktır.

<u>$C_0$, $C_1$ ve $C_2$, için kullanılacak bağıntılar:</u>

$C_0 = \varphi_1 * 91.5\sqrt{H_e}$ $\qquad 91.5=\sqrt{\frac{2g}{A}}$

$C_1 = \varphi_1 * 91.5\sqrt{H_1}$ $\qquad A=\frac{1}{427}$ ısının mekaniksel eşdeğeri

$C_2 = \varphi_2 * 91.5\sqrt{H_2} = \alpha C_0$

$$\alpha=\frac{C_2}{C_0}=\frac{\varphi_2}{\varphi_1}=\sqrt{\frac{H_2}{H_e}}$$

8 No' lu bağıntı gazlar için;

$$H_e=C_p T_e\left[1-\left(\frac{P_o}{P_e}\right)^{\frac{\chi-1}{\chi}}\right]$$

$$H_1=C_p T_e\left[1-\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\chi-1}{\chi}}\right]$$

$$H_2=C_p T_0\left[1-\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{\frac{\chi-1}{\chi}}\right]$$

değerlerini vermektedir. $\alpha$ değerini oranlı değer kabul edip ve $H_2$ kolaylıkla hesaplanabilir:

$$H_2=\alpha^2\left(\frac{\varphi_1}{\varphi_2}\right)^2 H_e$$

Şekil.4' teki i-s diyagramındaki $H_2$=PS, P' den düşey yönde çizilecek doğru S' den geçmek şartıyla, buhar nozulu $P_1$ basıncına ait basınç doğrusu elde edilir.

Karıştırma ve basma işleminin $P_1$ basıncında yapıldığını kabul edersek $C_m$ karıştırma hızı (1) ve (2) ifadelerine benzer şekilde;

$$C_m = \frac{\mu \frac{C_1}{C_0} + \alpha}{1+\mu} C_0 \quad \text{ve}$$

$$\frac{C_1}{C_0} = \sqrt{1 + \frac{\alpha^2}{1+E}\left(\frac{\varphi_1}{\varphi_2}\right)^2}$$ elde edilir. ε, $P_0$ ve $P_1$ basınç hatları arasındaki basınç gradyenlerinin oranı olarak tanımlanabilir; doyma hattında ve adyabatik eğride ölçülmek şartıyla; $H_1$;

$$1+\varepsilon = \frac{H_2}{H_1 - H_e}$$ elde edilir. Pratikte, $1+\varepsilon = 1.15 - 1.20$ olarak alınabilir.

Sıkıştırma başlangıcındaki karışımın $i_m$ değeri( I noktası dahil, şekil. 4), enerji ifadesinden elde edilebilir.

$$i_m = i_T = \frac{1}{1+\mu}(\mu i_e + i_0) - \left(\frac{C_m}{91.5}\right)^2$$

Enerji bağıntısına göre sıkıştırma gradyeni üzerindeki I noktasından karışımın adyabatik sıkıştırma ile ( Eğer $c_a = \tau\, c_0$, terminal hızı burada ihmal edilebilir),

$$H'_k = \mu\left[\left(\frac{C_m}{91.5}\right)^2 - \left(\frac{C_a}{91.5}\right)^2\right] = \mu\varphi_1^2 H_e\left[\left(\frac{\mu \frac{C_1}{C_0} + \alpha}{1+\mu} + \tau^2\right)\right] \quad \text{ve}$$

$$H'_k \cong H_k + H_2 = H_k + \alpha^2\left(\frac{\varphi_1}{\varphi_2}\right)^2 H_e$$ yazılabilir. Bu yeterli hassasiyet sağlayabilir.

Gazlar için sıkıştırma gradyeni; $H_k = C_p T_0\left[\left(\frac{P_a}{P_0}\right)^{\frac{\chi-1}{\chi}} - 1\right]$ ile hesaplanabilir.

Şekil .4' te $H'_k$ gradyeni I noktasında düşey olarak çizilen doğru ile uç noktasını $p'_a$ basınç hattı üzerine getirebilir. Bu $p_a$' nın erişebileceği en yüksek terminal basınç

değeri olacaktır. 13 no' lu bağıntı, 4 no' lu bağınıtıya benzer şekilde yazılacak olursa,

$\mu = \dfrac{\omega - \alpha}{\dfrac{C_1}{C_0} - \omega}$ elde edilir. Ayrıca, $\omega = \sqrt{\dfrac{1}{\eta\varphi_1^2}\left[\dfrac{H_k}{H_e} - \alpha^2\left(\dfrac{\varphi_1}{\varphi_2}\right)^2\right] + \tau^2}$ olacaktır.

Yukarıdaki ifade ve $H_k$, $H_e$ seçilecek $\alpha$ değerleriyle $\mu$ artık kolaylıkla hesaplanabilir. Böylece en iyi $\alpha$ değeri de tayin edilmiş olur. Nümerik şartlar sıvılar için ( Şekil 2. ve 3.) aynıdır. Sadece ısı gradyenlerinin, basınç gradyenlerinin yerini aldığı zaman durum farklı olabilir. 14, bağıntısı, jet kompresörlerin, pratik olarak hesaplanmalrında rahatlıkla kullanılabilir.

I-II genişleme hattının hakiki uç noktası için, $i_{II} = i_c = i_m + \left(\dfrac{C_m}{91.5}\right)^2$ yazılabilir. Bu II noktasının $p_a$' basınç hattında tanımlanmasını sağlar ( i-s diyagramı ). Sıkıştırma terminal basıncı $p_a$ yerine $p'_a$ olsa bile, $i_{II}$, aynı kalacaktır. Böylece jet pompa çıkışındaki karışımın özgül hacmi ( $v_{III}$ ), i-s diyagramından okunabilir. Ve gerekli çıkış kesiti, Fa ise, $F_a = D^2(\pi/4) = \dfrac{G_2(1+\mu)V_{III}}{\tau C_0}$ ile hesaplanabilir. Karıştırma nozulunun en dar kesiti $F_m = d^2(\pi/4)$, teorik dar kesitten %30-%50 daha büyüktür. Fakat; $F_m \approx (1.3\text{-}1.5)\, F_m'$ dur. Karıştırma hızı ses hızını geçmediği sürece, yani $c_m = \sqrt{Kgp_1V_I}$ ise ($V_I$ - I noktasındaki özgül hacim ) teorik en dar kesit; $F_m' = \dfrac{G_2(1+\mu)}{C_m} V_I$ olacaktır. Bununla beraber, $c_m$ ses hızını aştığı zaman $F'_m$ aşağıda tayin edilecek yolla tayin edilebilir. I' den II' ye ( Şekil.4), sıkıştırma sırasında ara basınç p için enerji denklemi, $c = \zeta c_m$ hızıyla ve böylece sıkıştırma gradyeni H', $H' = \eta\left(\dfrac{C_m}{91.5}\right)^2\left(1 - \xi^2\right)$ daha sonra kabul edilecek H' değeriyle bulunabilir. Bu basınçta i entalpisi $i = i_I + \left(\dfrac{C_m}{91.5}\right)^2\left(1 - \xi^2\right)$ ile bulunur. İlgili faz noktası I,II sıkıştırma hattı üzerindedir ve pertinent özgül hacim , (v; i-s) diyagramından okunabilir. Böylece akış için gerekli kesit; $F' = \dfrac{G_2(1+\mu)V}{\xi C_m}$

olacaktır. F' ün tayinini takiben, kabul edilmiş $\zeta$ değerleriyle (0,9 - 0,8 - 0,7 - v.b.) minimum $F'_m$ değerine ulaşılır. Sonuçta jet kompresörün verimi; $\eta_s = \frac{H_k}{\mu H_a}$ olur.

$p_c$'den $p_a$' ya genleşme sırasında $H_a$, sürükleyici buharın adyabatik gradyenidir.



# 5. DENEYSEL ÇALIŞMA

Jet Pompalarının Emme Kapasitelerini açıklamak amacıyla, farklı boylarda nozullara sahip 3 ayrı pompa imal edilmiş ve farklı nozul boylarına sahip bu pompalarla değişik emme yükseklikleri ve basınçlarda deneyler yapılmıştır.

İmal edilen Jet Pompalar, itici olarak hava kullanmakta ve su tahliye etmektedirler. 1" bir boru içerisindeki 9/16" ' lik bir nozul sayesinde ve değişken basınç ve emme yüksekliklerinde tahliye yapabilmektedir.



## 6. SONUÇLAR

İmalatı yapılan, farklı nozul boylarına sahip 3 (üç) adet Jet Pompası ile 3.50 atm' den 21 atm' e kadar 3.5 atm' lik bir basınç artışıyla ve 0.2 m' den 1.2 m' ye kadar 0.2 m' lik bir emme yükseklikleri artışı uygulanarak ölçümler yapılmıştır. Nozul boyları 25 mm., 50 mm. ve 75 mm.' dir.

Yapılan 108 adetlik bu ölçümler sonucunda, debinin nozul boyu ve basıncın artışı ile doğru orantılı ama emme yüksekliğinin artışı ile ters orantılı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Yüksek debi elde etmek amacıyla, en düşük emme yüksekliği, deneyi yapılanlar arasında en uzun nozul boyu ve en yüksek basıncın kullanılması gerekliliği vardır. Diğer yandan, en düşük debi değeri ise, en uzun emme yüksekliği, en kısa nozul boyu ve en düşük basınçta elde edilmektedir.

Sonuç olarak;

Basınç arttıkça debi arttığı, nozul boyu arttıkça debi arttığı ve emme yükseklikleri azaldıkça debi arttığı gözlemlenmiştir.

Daha ileride yapılacak deneylerde, 1" boru yerine 2" veya daha büyük çaplar için benzer araştırmalar, farklı nozul boyları için yapılabilir.

# KAYNAKLAR

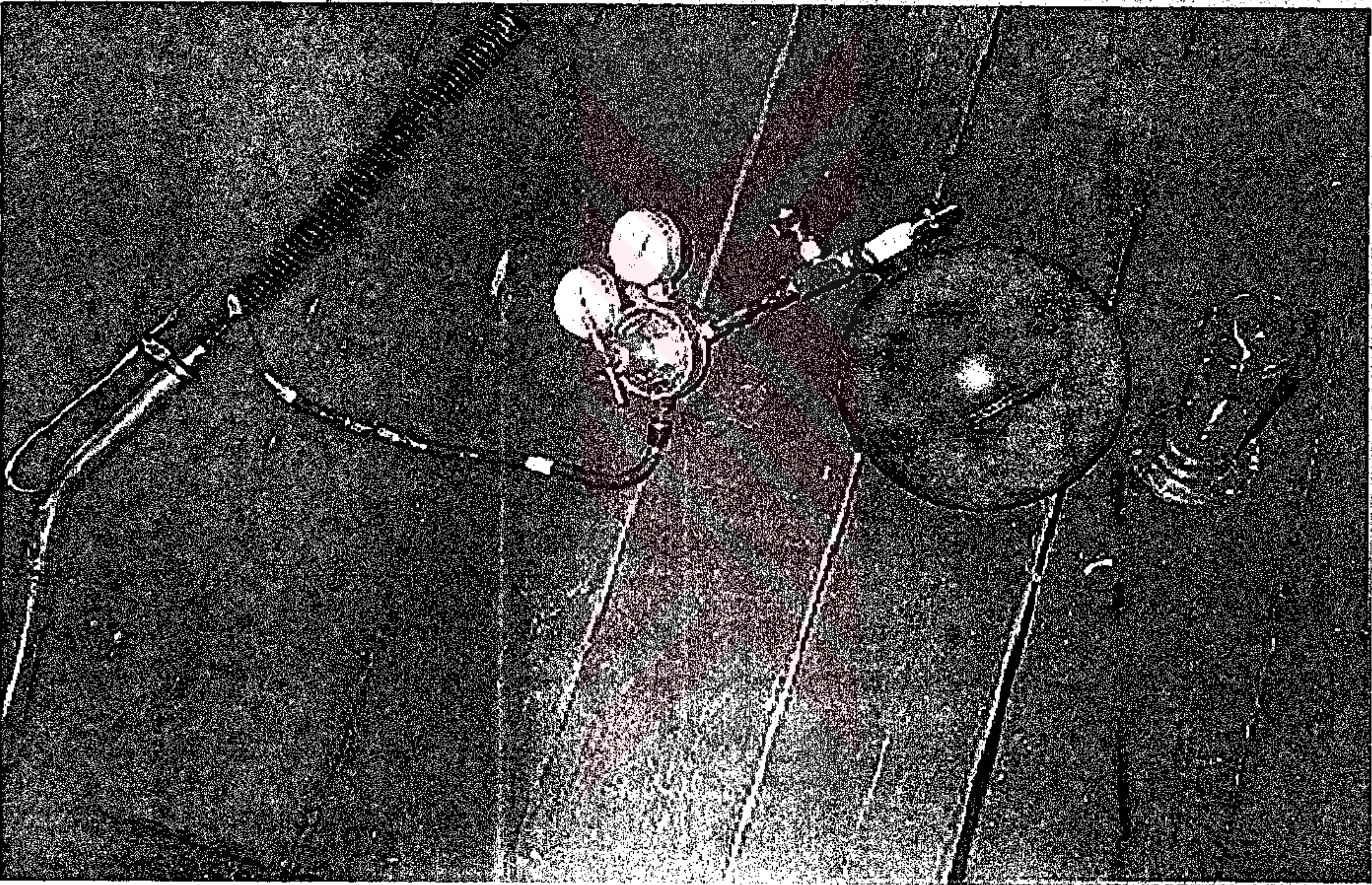

1. Prof. Dr. PANCAR, Yaşar; Hidrolik Makinalar Ders Notları ; Basılmamış

2. TRADE and TECHNICAL PRESS Ltd.; (1979); Pumping Manual , Cilt 6.

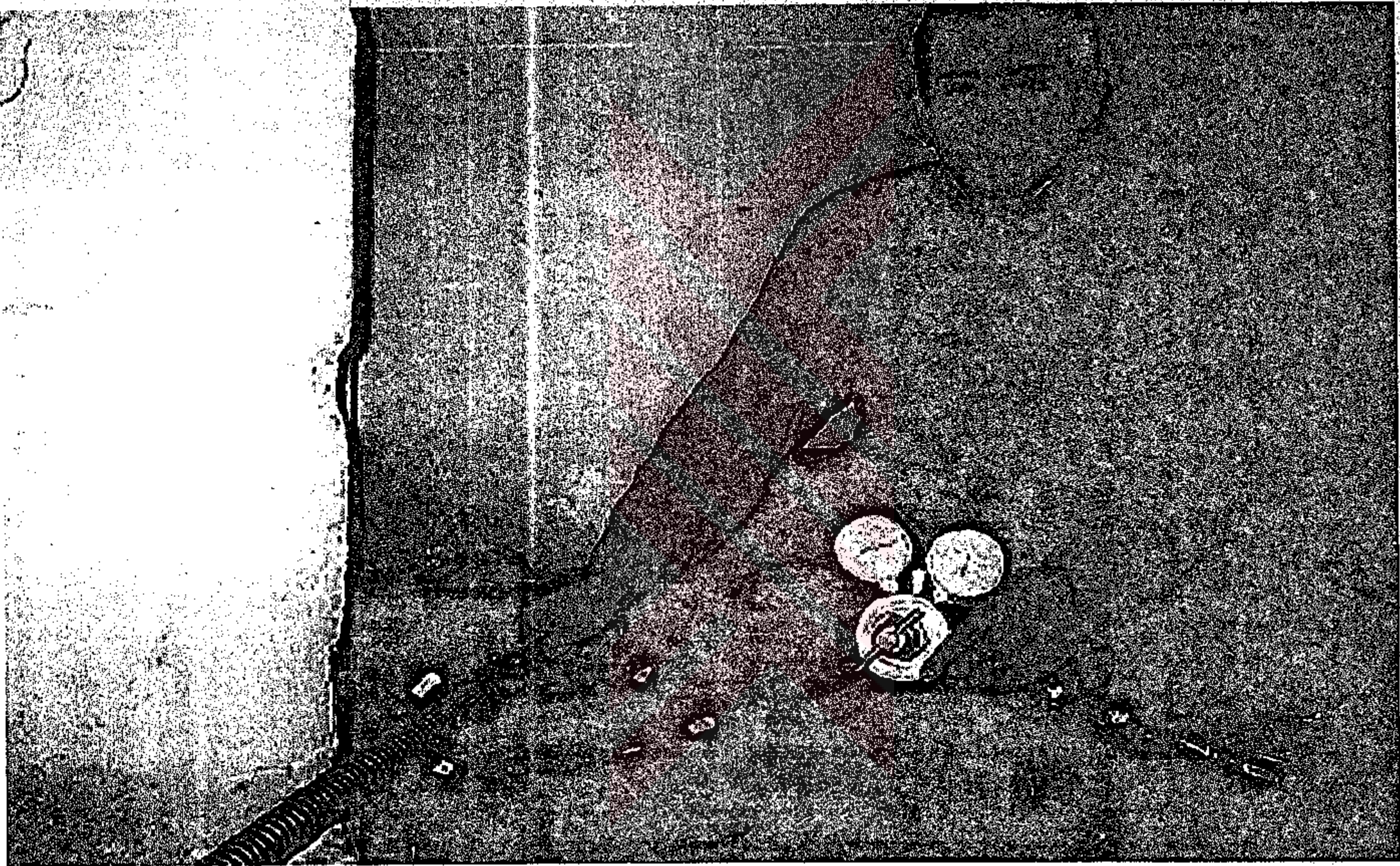
3. KARASSİK, J. Igor ; KRUTZCH C.William ve FRASER H. Warren.; Jet Pumps; Pump Handbook, s:4-1, 4-23

4. Prof. Dr. PANCAR, Yaşar; Sıvılar İçin Kullanılan Jet Pompalar; Jet Pompaların Tasarımı; s: 8-12

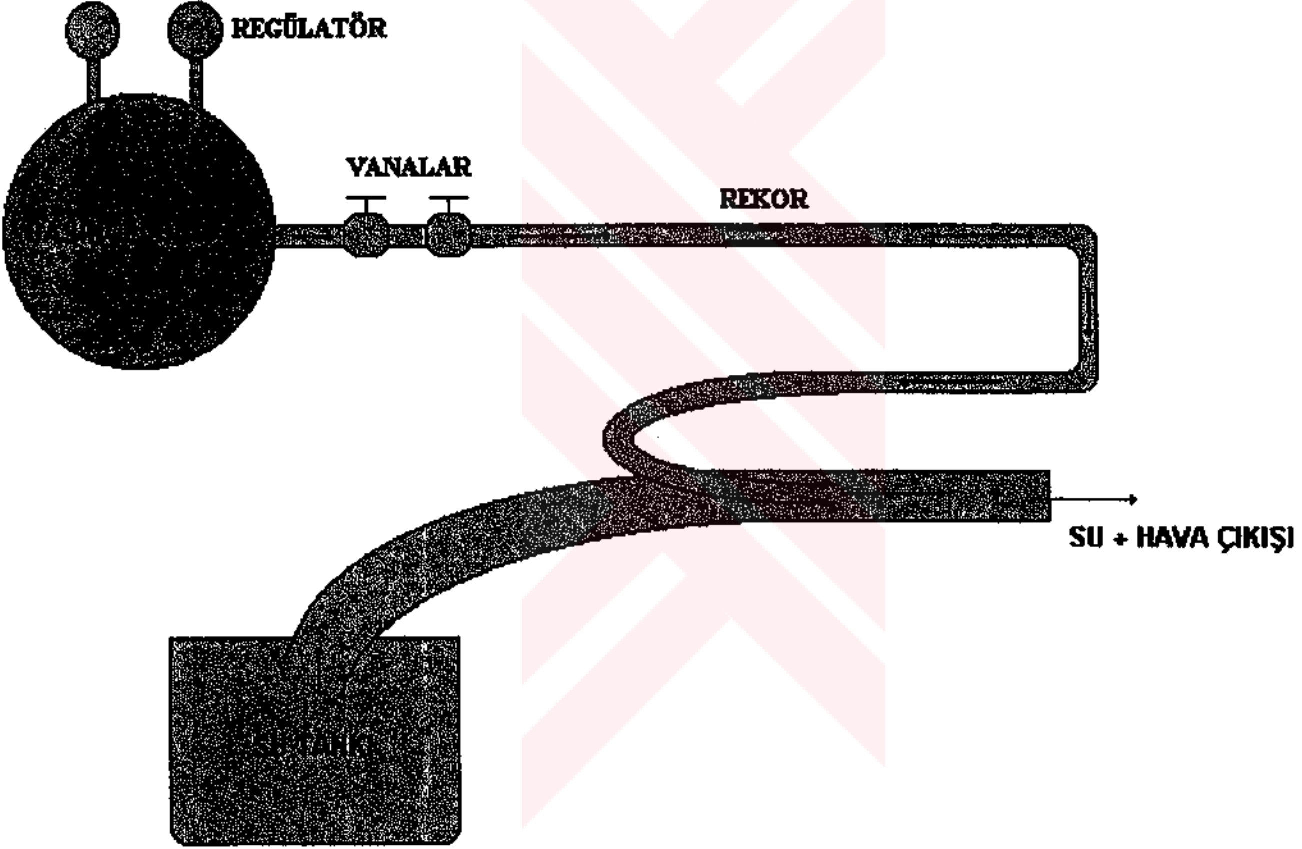


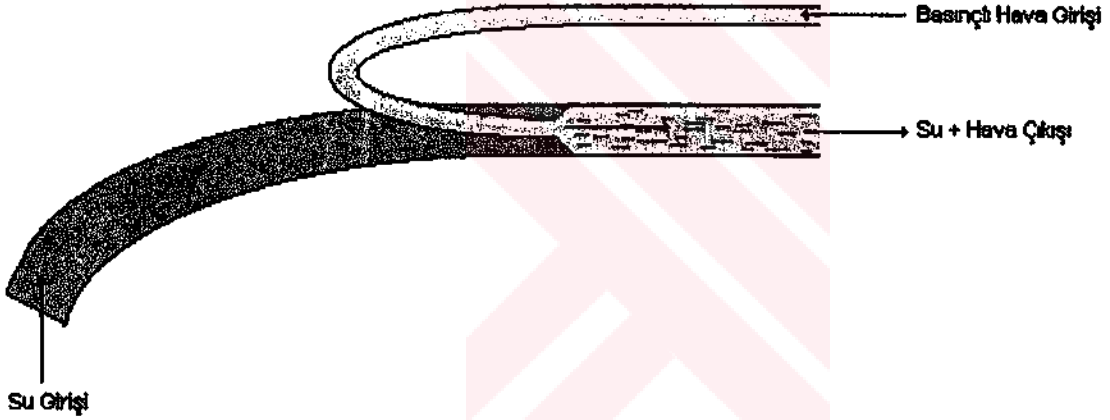
Şekil : 17 Deney Techizatı Görünümü



Sekil : 18 Deney Yapımı Sırasında Görünüm




ŞEKİL:19 ATELYEDE KURULAN DENEY DÜZENEĞENİN ŞEMATİK GÖRÜNÜMÜ




ŞEKİL: 20 İMAL EDİLEN JET POMPANIN ŞEMATİK RESMİ

# DENEY VERİLERİ

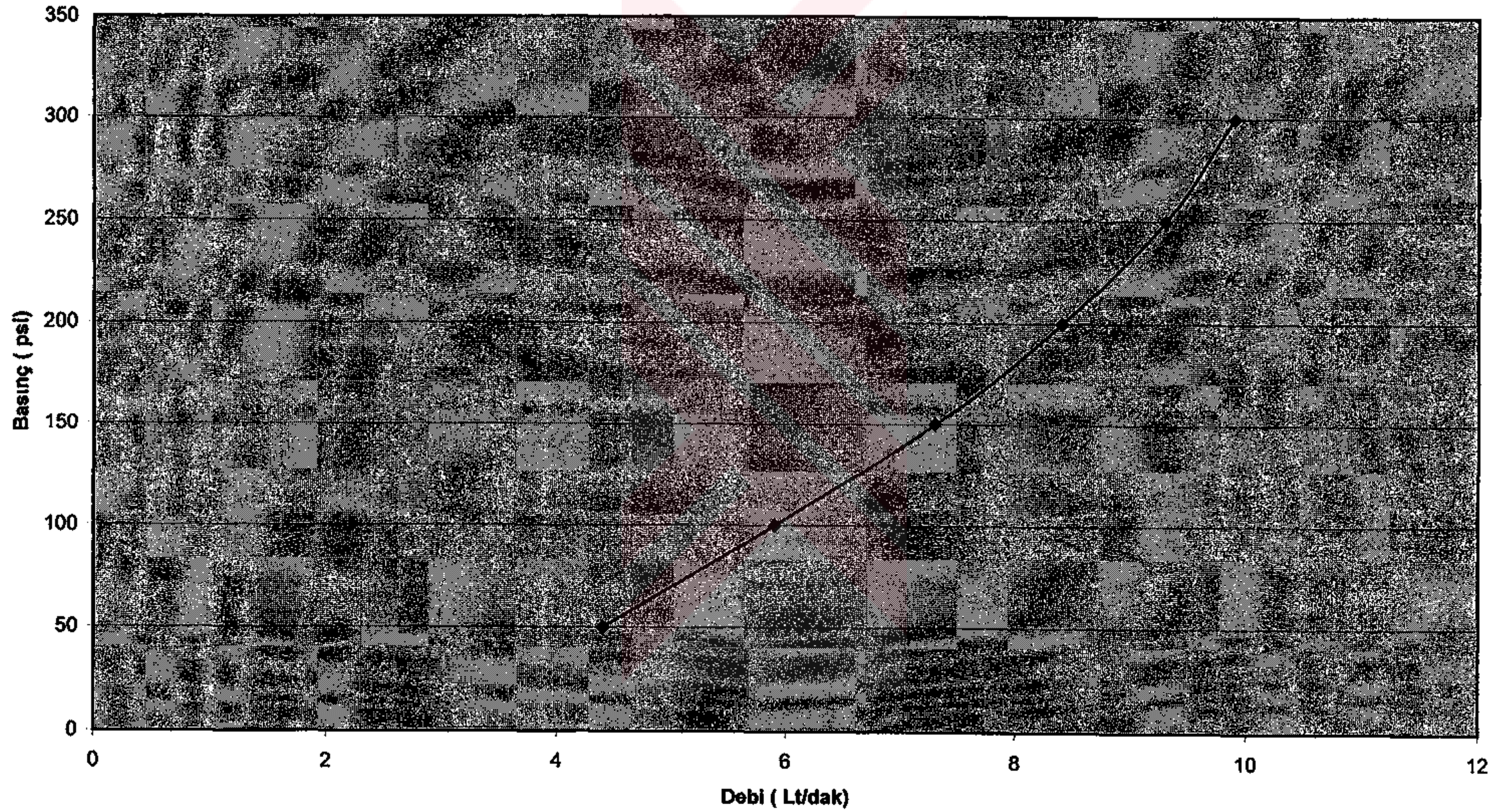
# VE

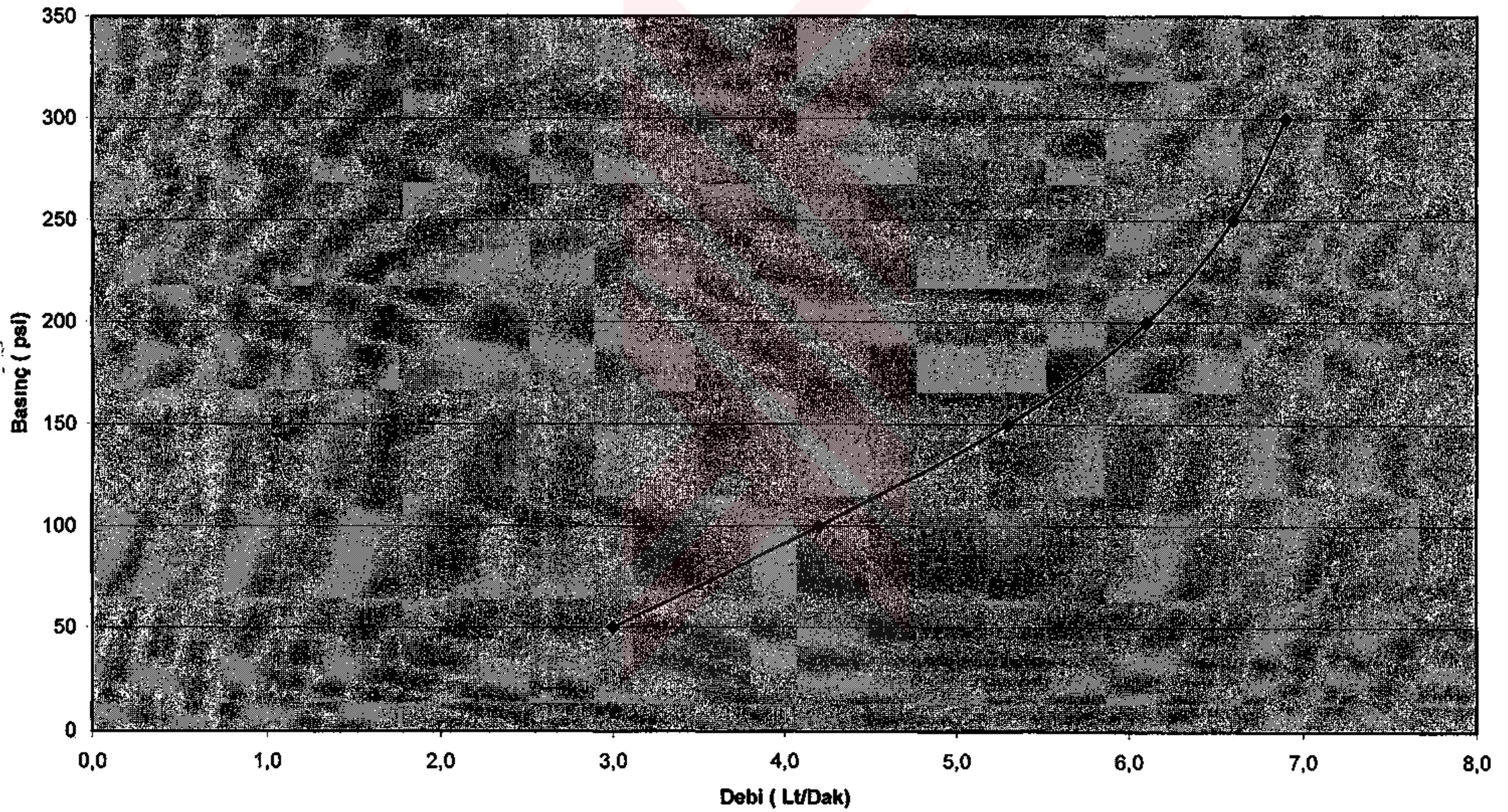
# EĞRİLER

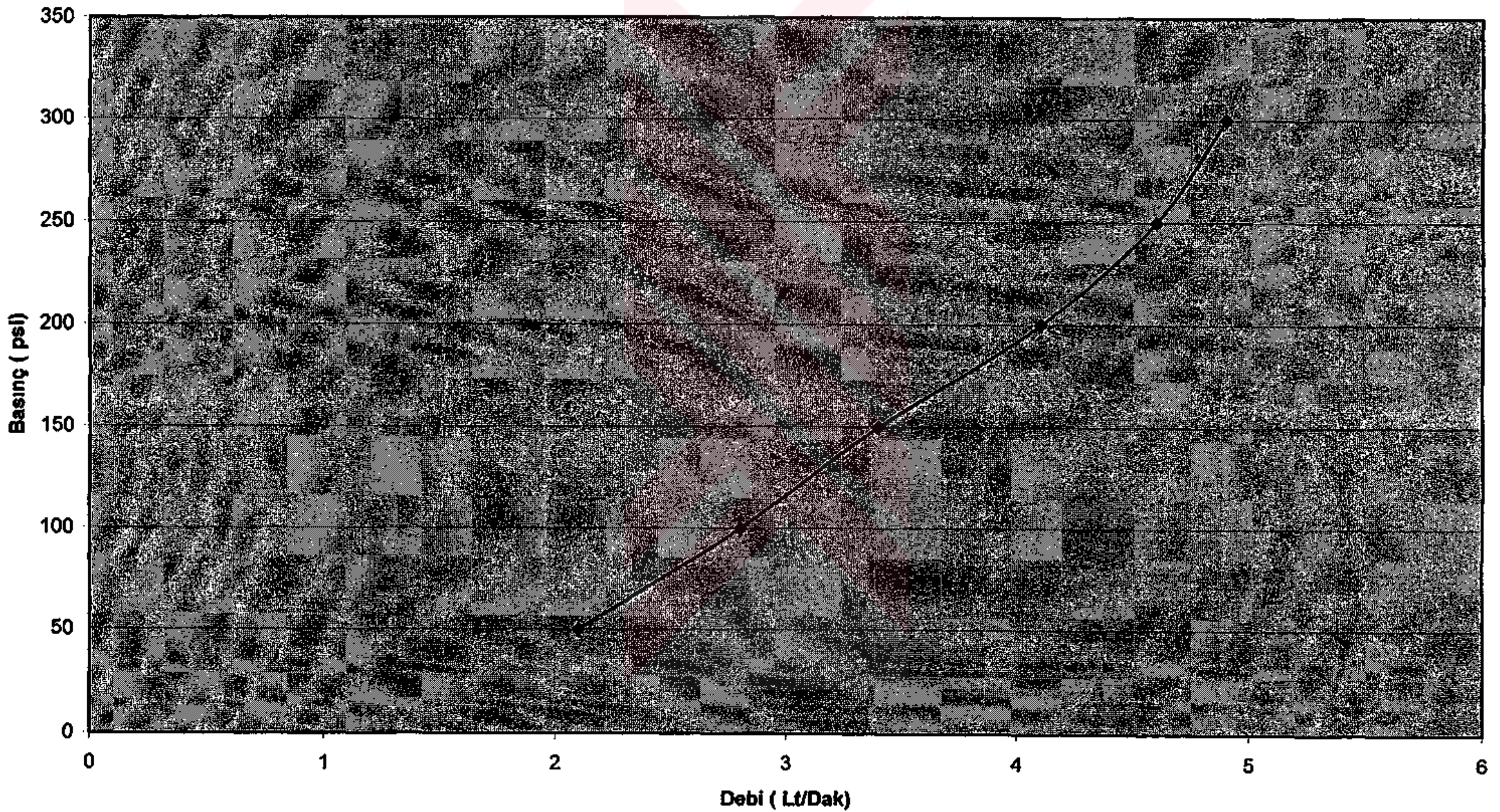
**UYGULANAN BASINÇ (25 mm meme uzunluğu için)**
**(PSI)**

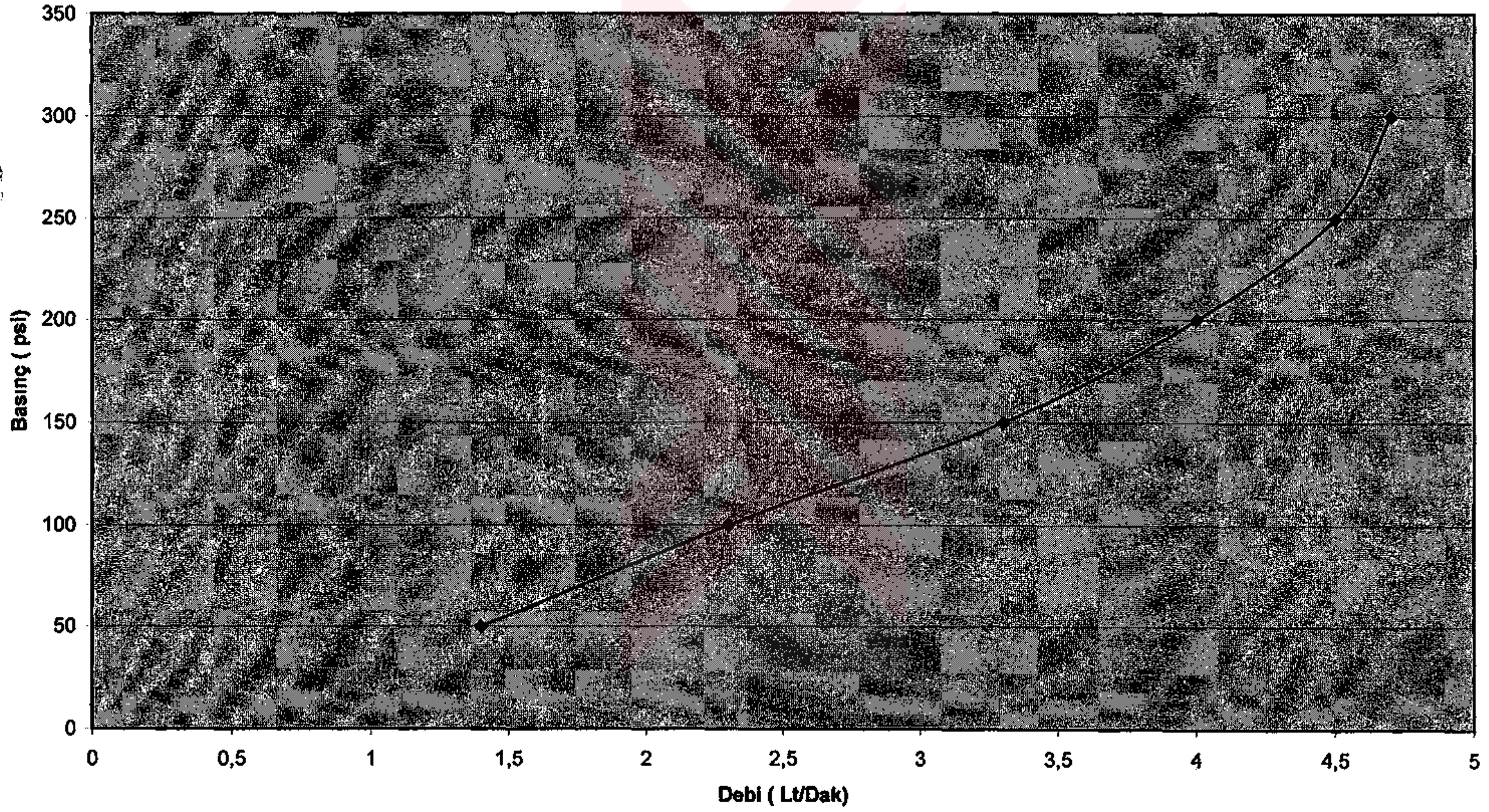
| BORU BOYU (cm) | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 4.40 | 5.90 | 7.30 | 8.40 | 9.30 | 9.90 |
| 40 | 3.00 | 4.20 | 5.30 | 5.90 | 6.60 | 7.20 |
| 60 | 2.10 | 2.80 | 3.40 | 4.10 | 5.20 | 5.70 |
| 80 | 1.40 | 2.30 | 3.30 | 4.00 | 4.50 | 4.70 |
| 100 | 1.30 | 2.10 | 2.80 | 3.50 | 4.00 | 4.40 |
| 120 | 0.70 | 1.40 | 2.30 | 3.00 | 3.40 | 4.10 |



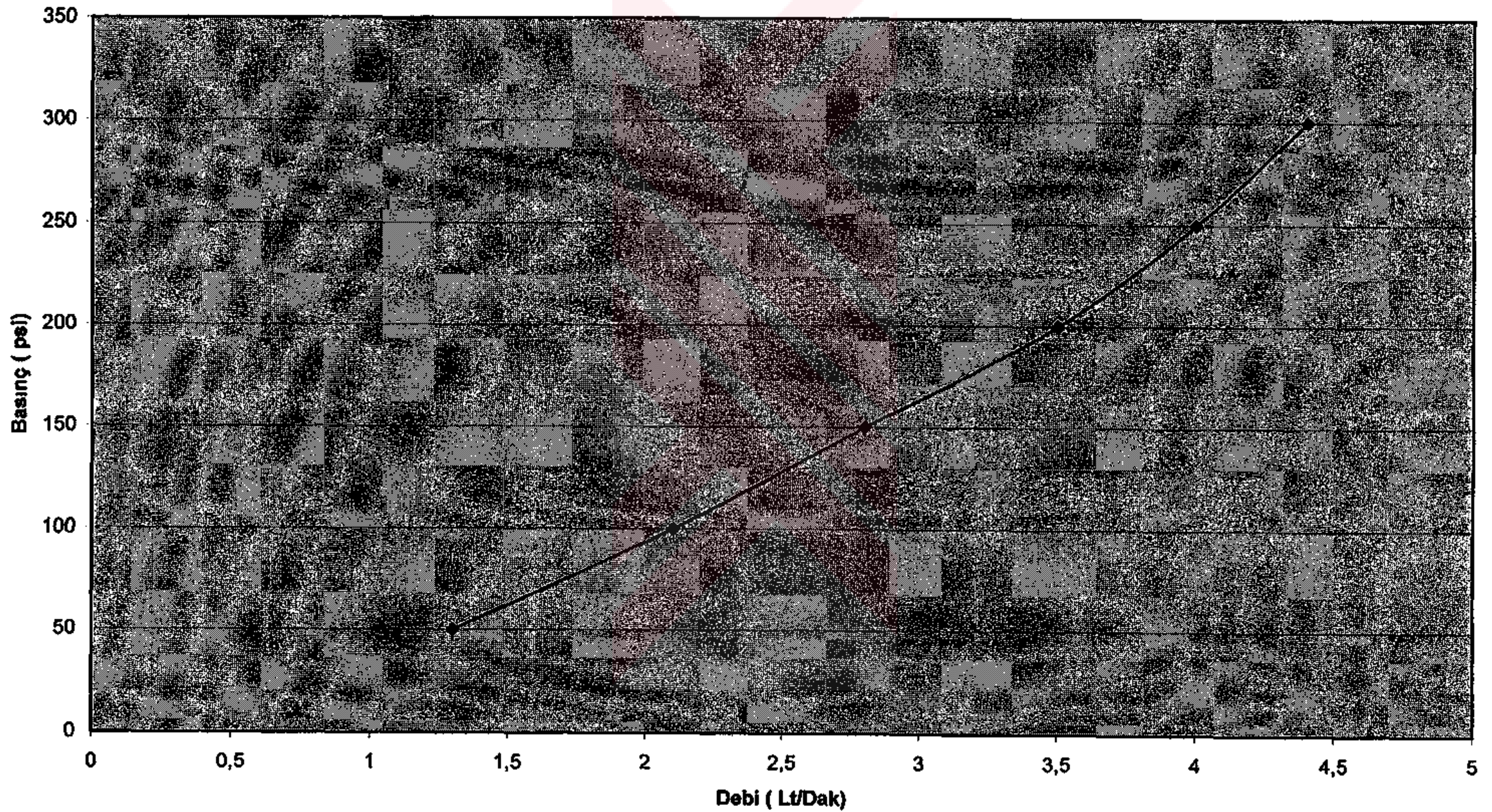

20 cm. Emme Yüksekliği ve 25 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
0
50
100
150
200
250
300
350
Debi ( Lt/dak)
0
2
4
6
8
10
12

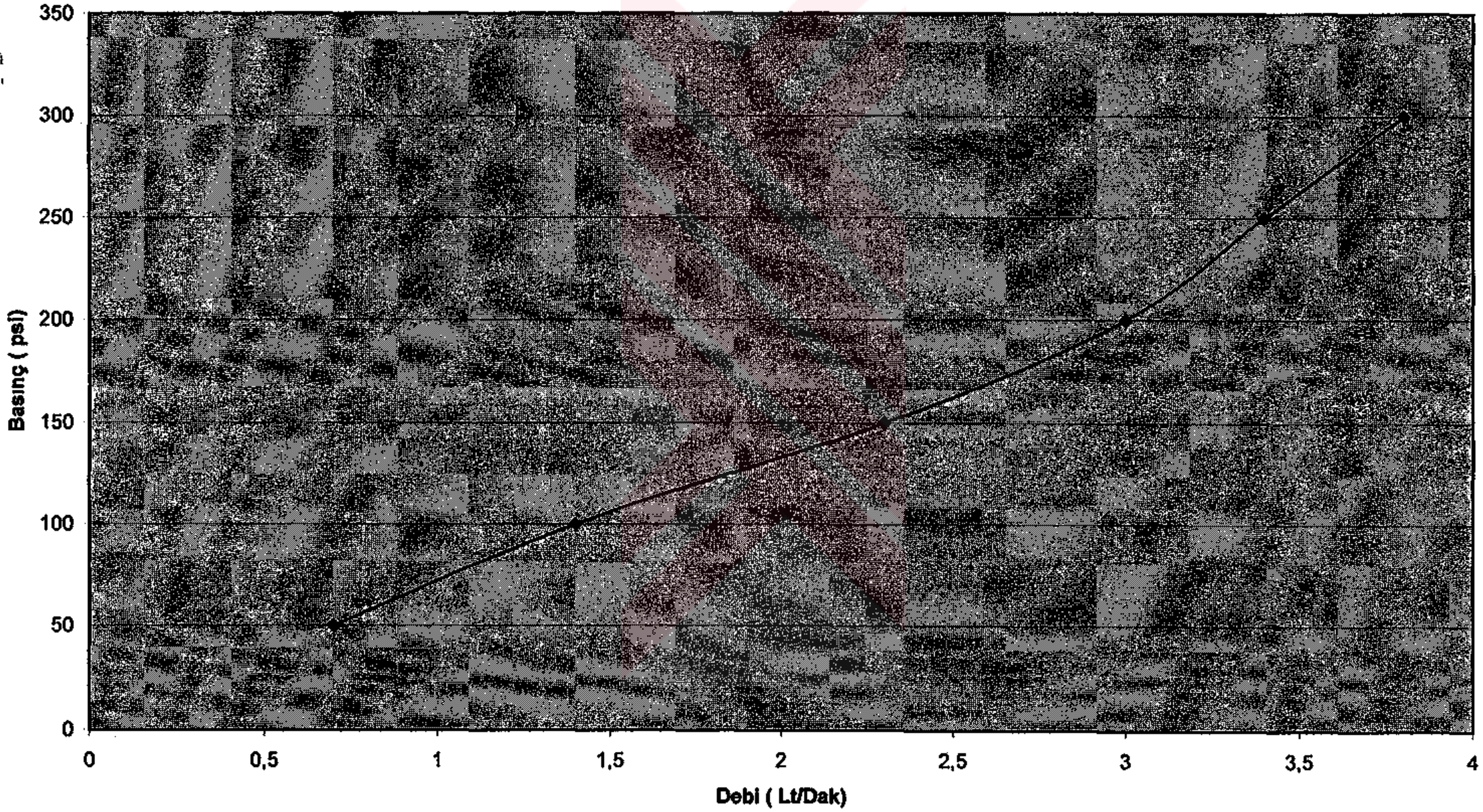

40 cm. Emme Yüksekliği ve 25 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
Debi ( Lt/Dak)


60 cm. Emme Yüksekliği ve 25 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
Debi ( Lt/Dak)


80 cm. Emme Yüksekliği ve 25 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
5
Debi ( Lt/Dak)

**100 cm. Emme Yüksekliği  ve 25 mm. Meme Uzunluğu**

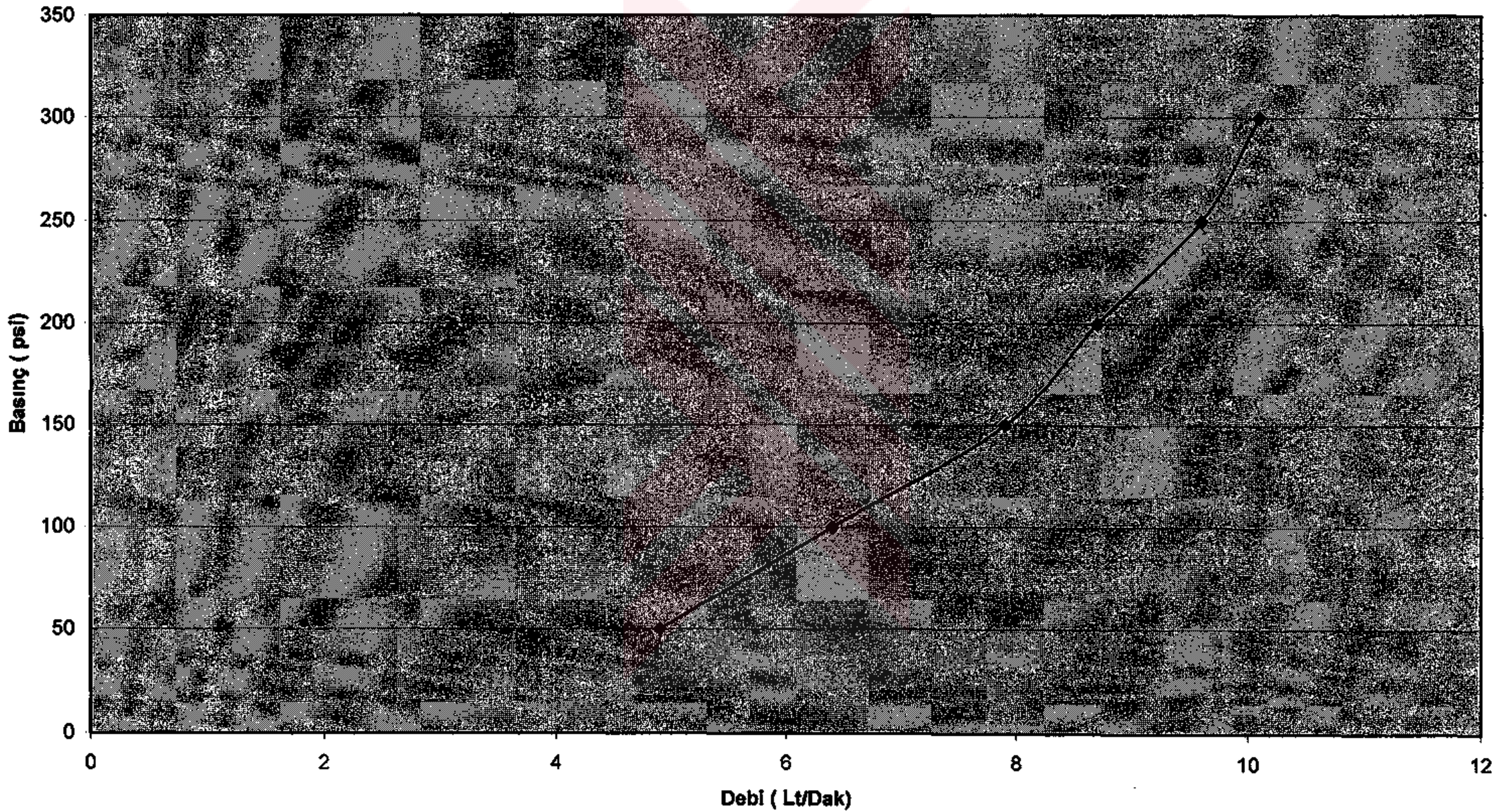



120 cm. Emme Yüksekliği ve 25 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
Debi ( Lt/Dak)

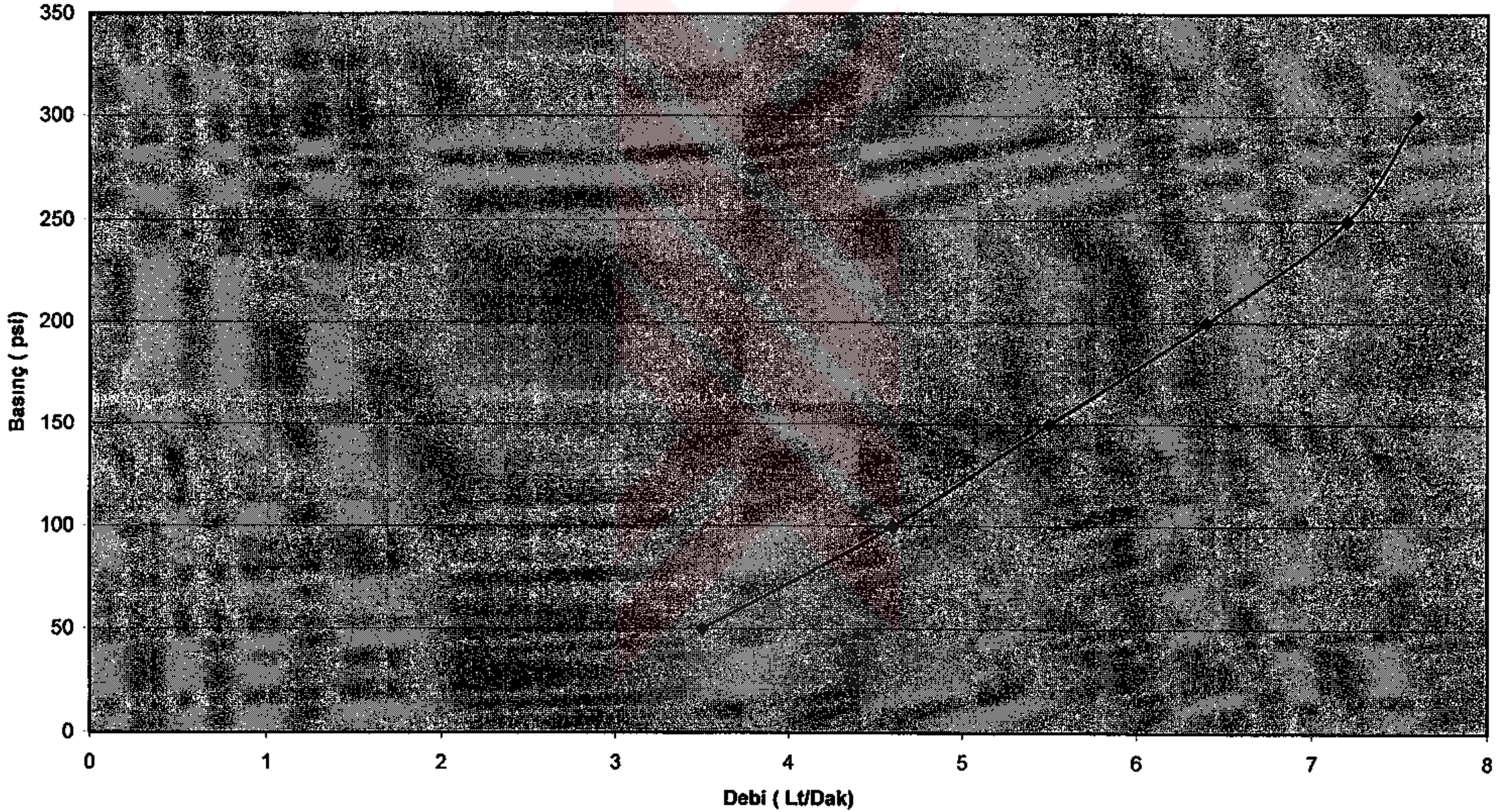
**UYGULANAN BASINÇ ( 50 mm meme uzunluğu için )**
**(PSI)**

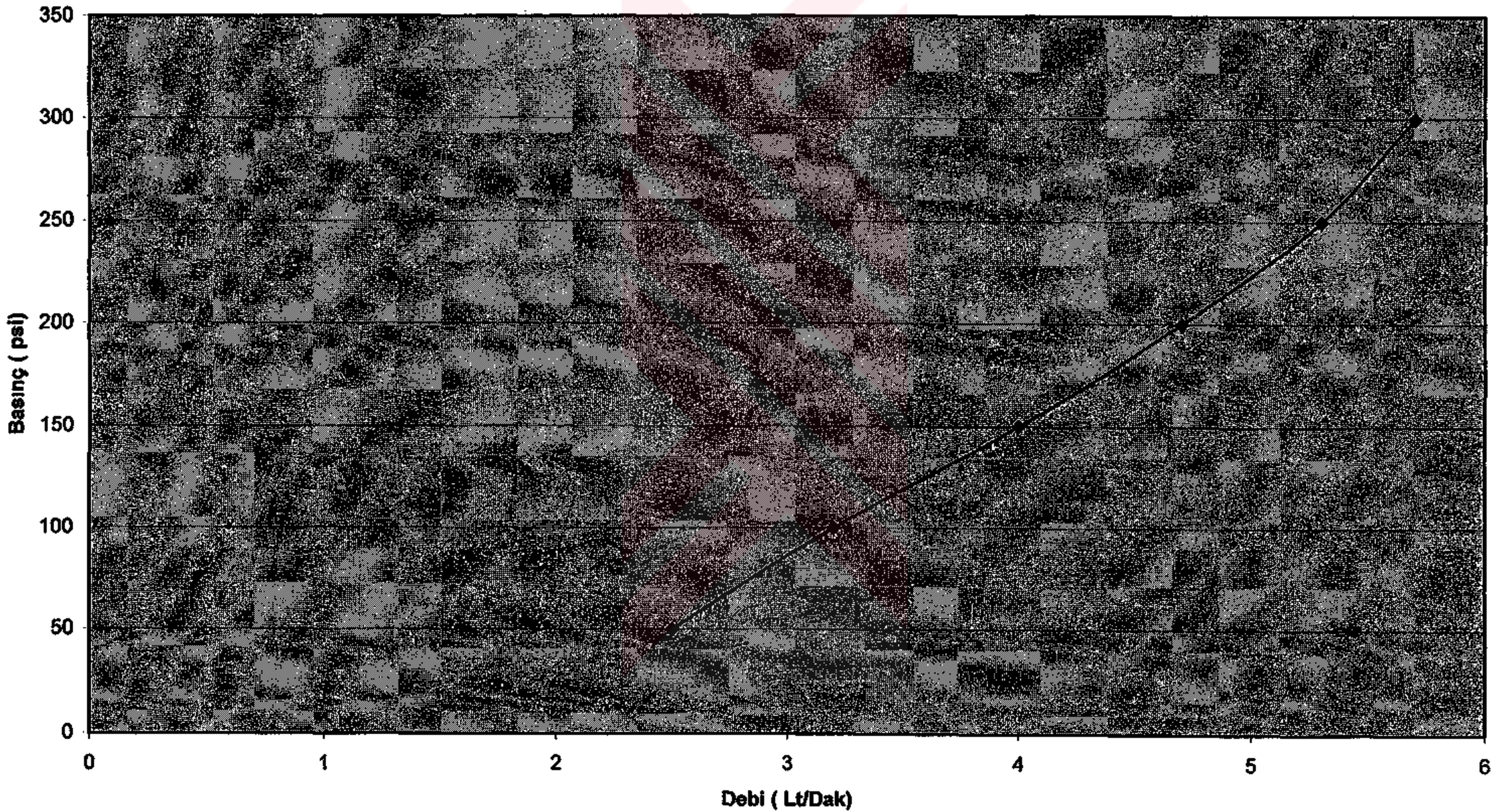
| BORU BOYU (cm) | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **20** | 4.90 | 6.40 | 7.90 | 8.70 | 9.60 | 10.40 |
| **40** | 3.50 | 4.60 | 5.50 | 6.40 | 7.20 | 7.60 |
| **60** | 2.50 | 3.20 | 4.00 | 4.70 | 5.30 | 5.70 |
| **80** | 1.90 | 2.90 | 3.70 | 4.50 | 5.00 | 5.20 |
| **100** | 1.70 | 2.50 | 3.30 | 3.90 | 4.50 | 4.90 |
| **120** | 1.20 | 1.90 | 2.60 | 3.10 | 3.60 | 4.20 |



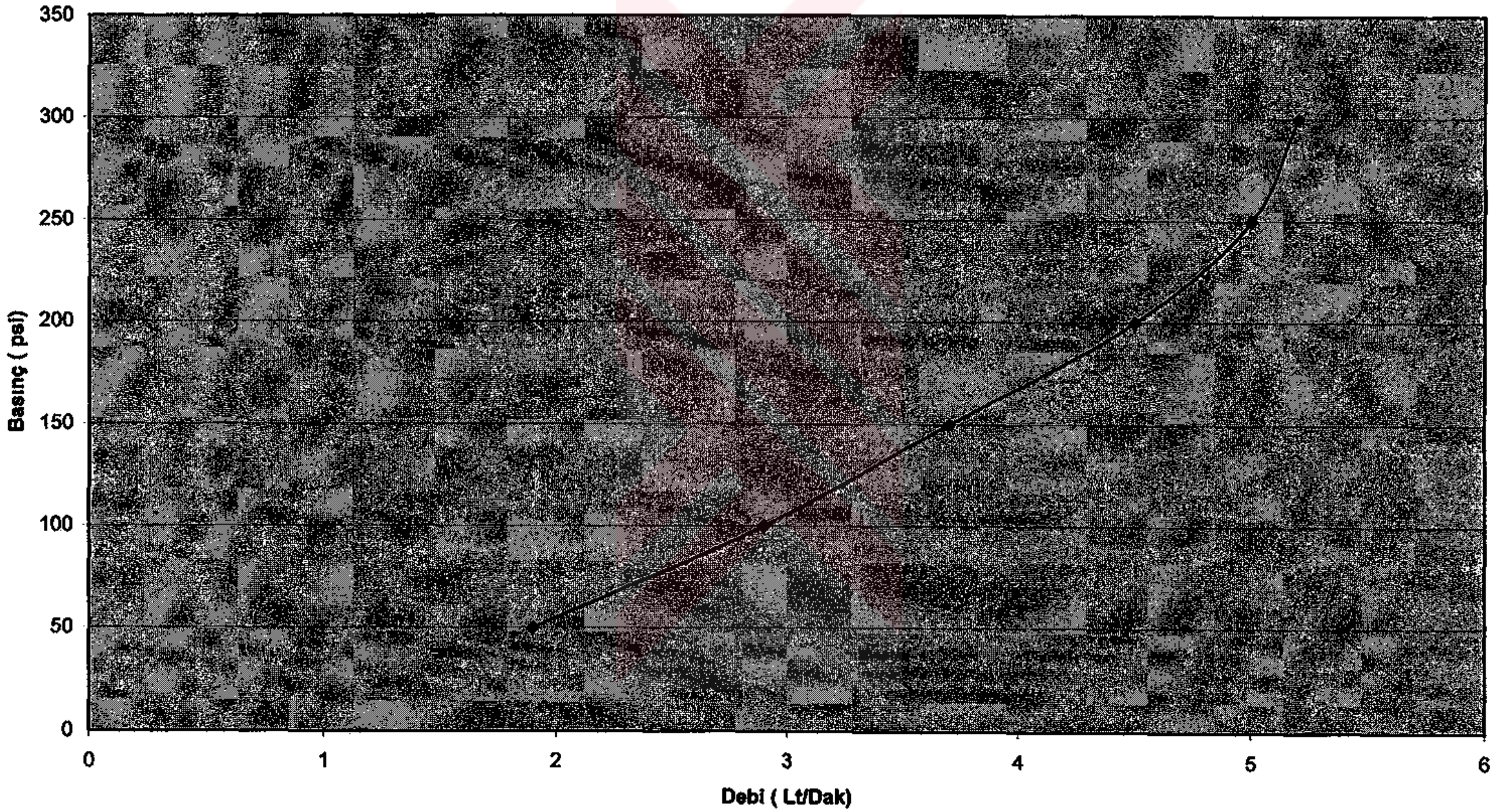

20 cm. Emme Yüksekliği ve 50 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
Debi ( Lt/Dak)

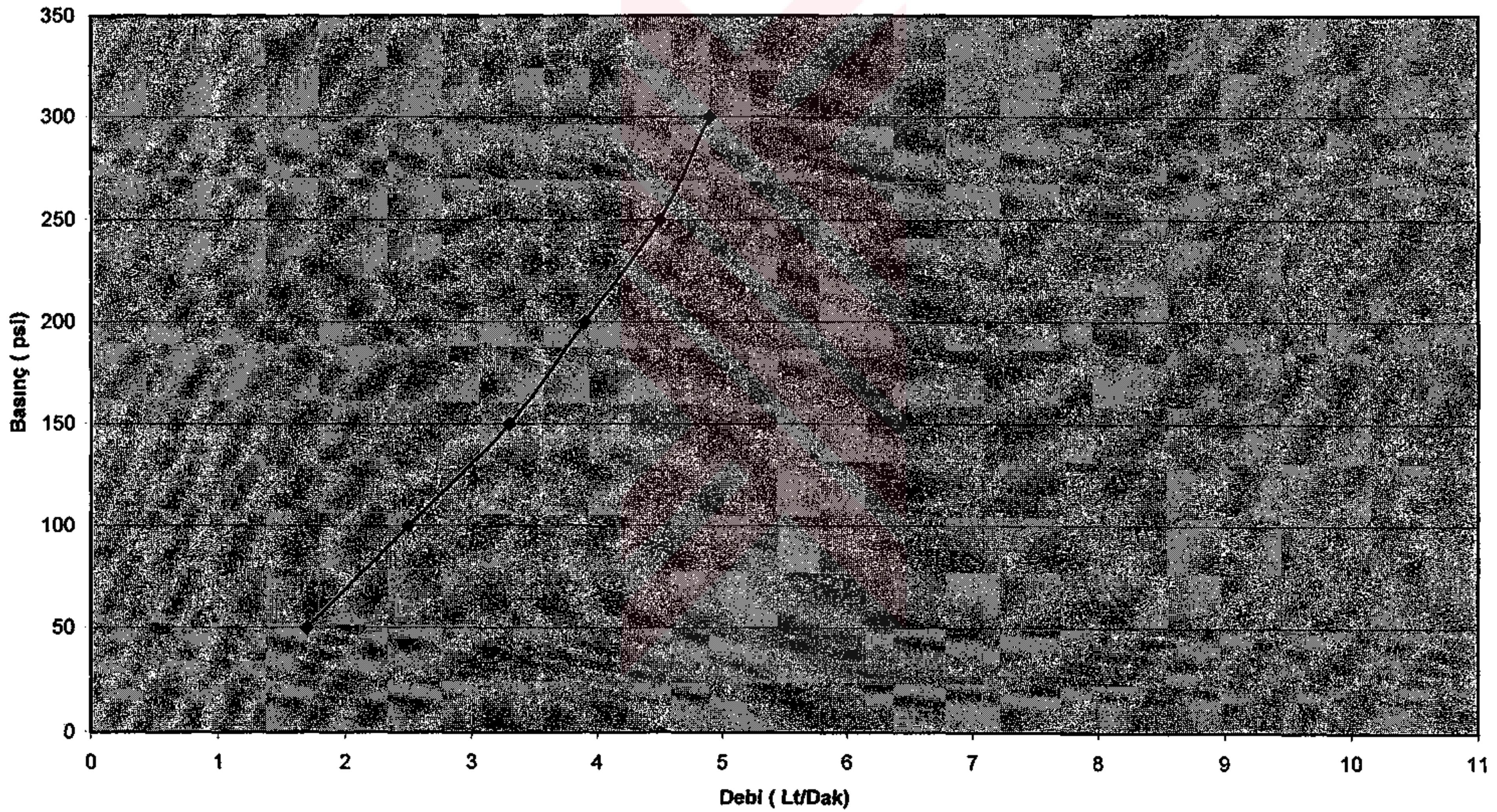
## 40 cm. Emme Yüksekliği ve 50 mm. Meme Uzunluğu



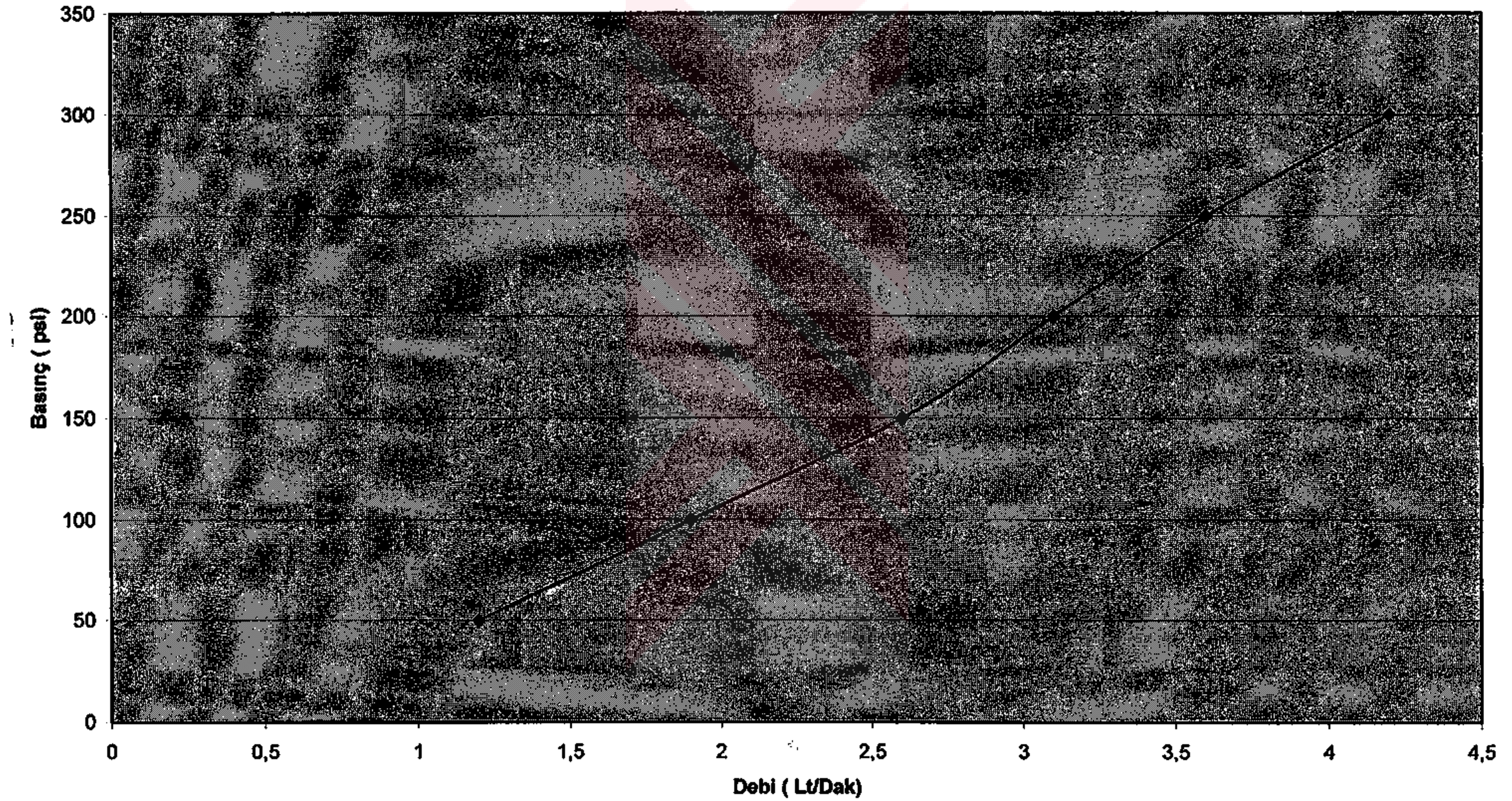

60 cm. Emme Yüksekliği ve 50 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
0
50
100
150
200
250
300
350
Debi ( Lt/Dak)
0
1
2
3
4
5
6

**80 cm. Emme Yüksekliği ve 50 mm. Meme Uzunluğu**




100 cm. Emme Yüksekliği ve 50 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
0
50
100
150
200
250
300
350
Debi ( Lt/Dak)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

120 cm. Emme Yüksekliği ve 50 mm. Meme Uzunluğu

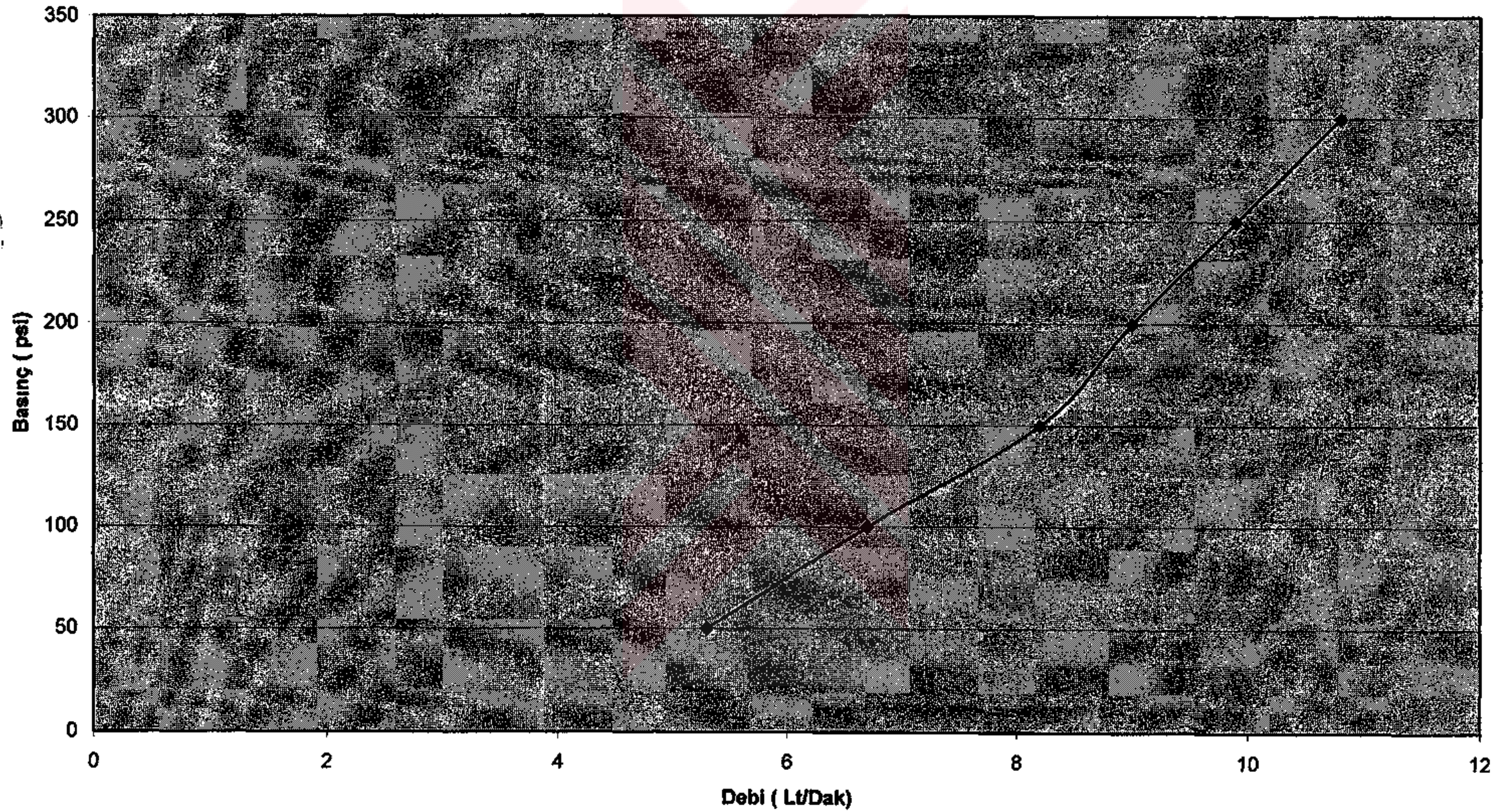


**UYGULANAN BASINÇ ( 75 mm meme uzunluğu için )**
**(PSI)**

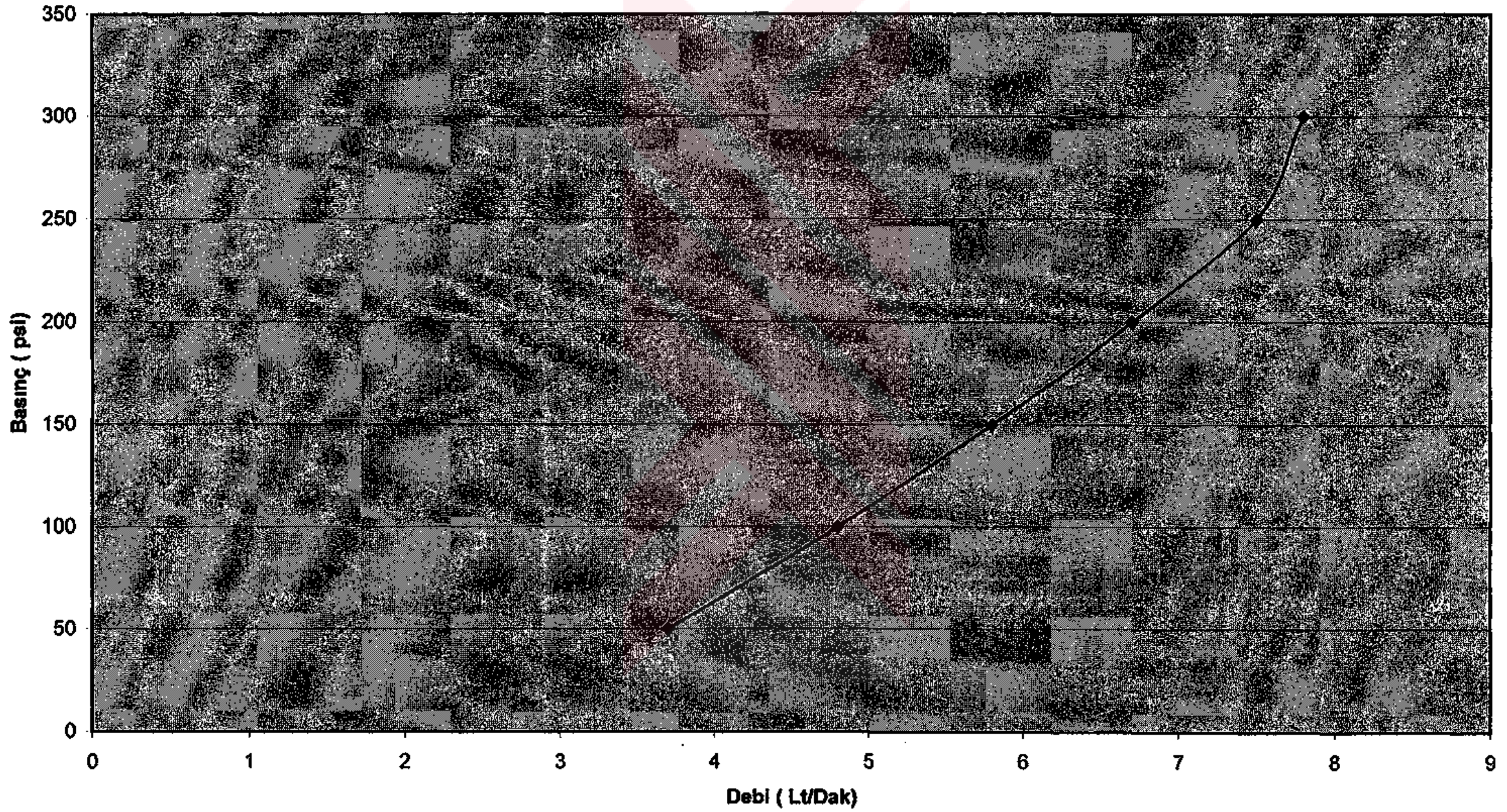
| BORU BOYU (cm) | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 5.30 | 6.70 | 8.20 | 9.00 | 9.90 | 10.80 |
| 40 | 3.70 | 4.80 | 5.80 | 6.70 | 7.50 | 7.80 |
| 60 | 2.90 | 3.60 | 4.40 | 5.10 | 5.70 | 6.10 |
| 80 | 2.30 | 3.20 | 3.90 | 4.80 | 5.30 | 5.50 |
| 100 | 2.00 | 2.80 | 3.60 | 4.20 | 4.80 | 5.20 |
| 120 | 1.50 | 2.10 | 2.80 | 3.60 | 4.20 | 4.40 |

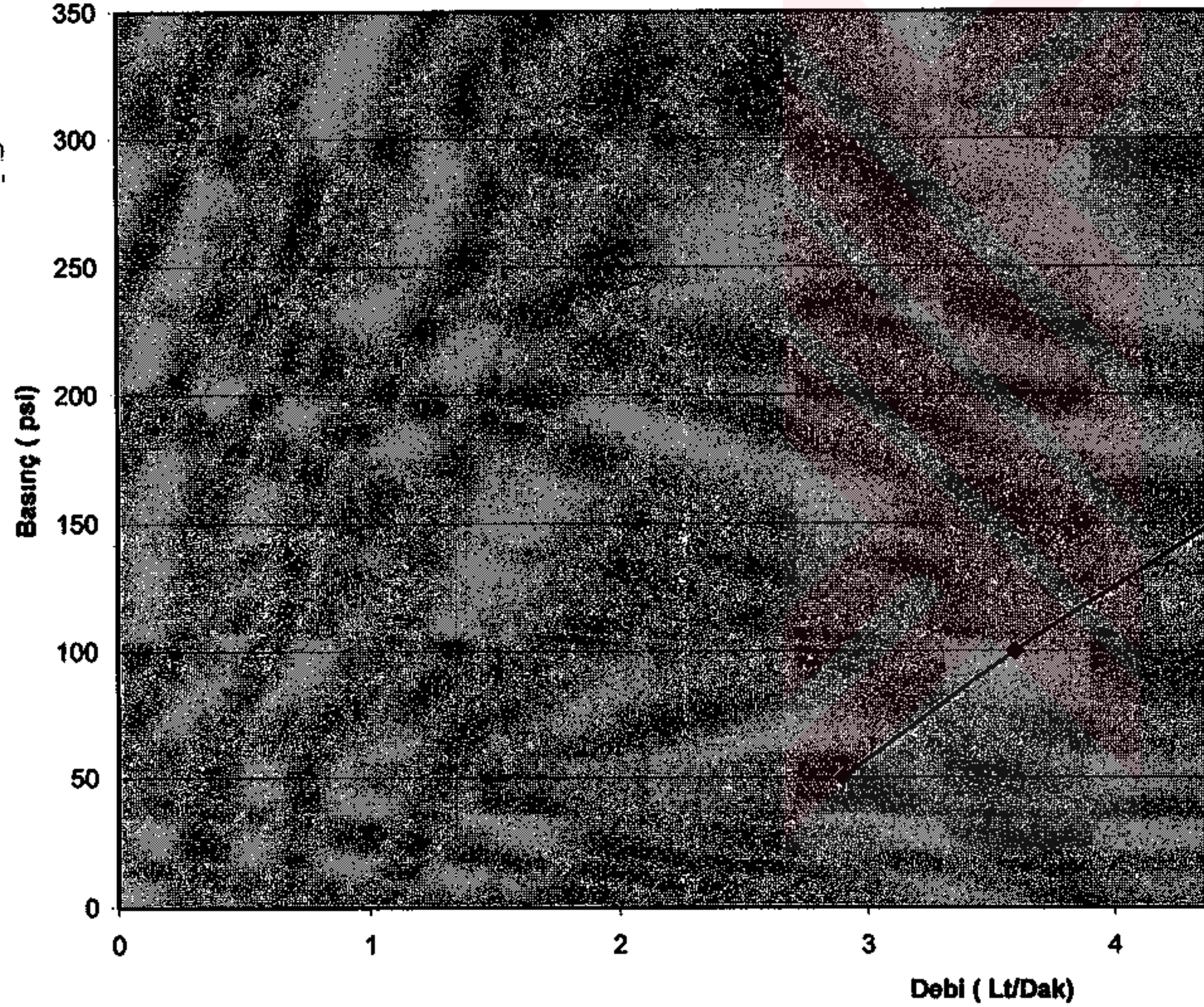


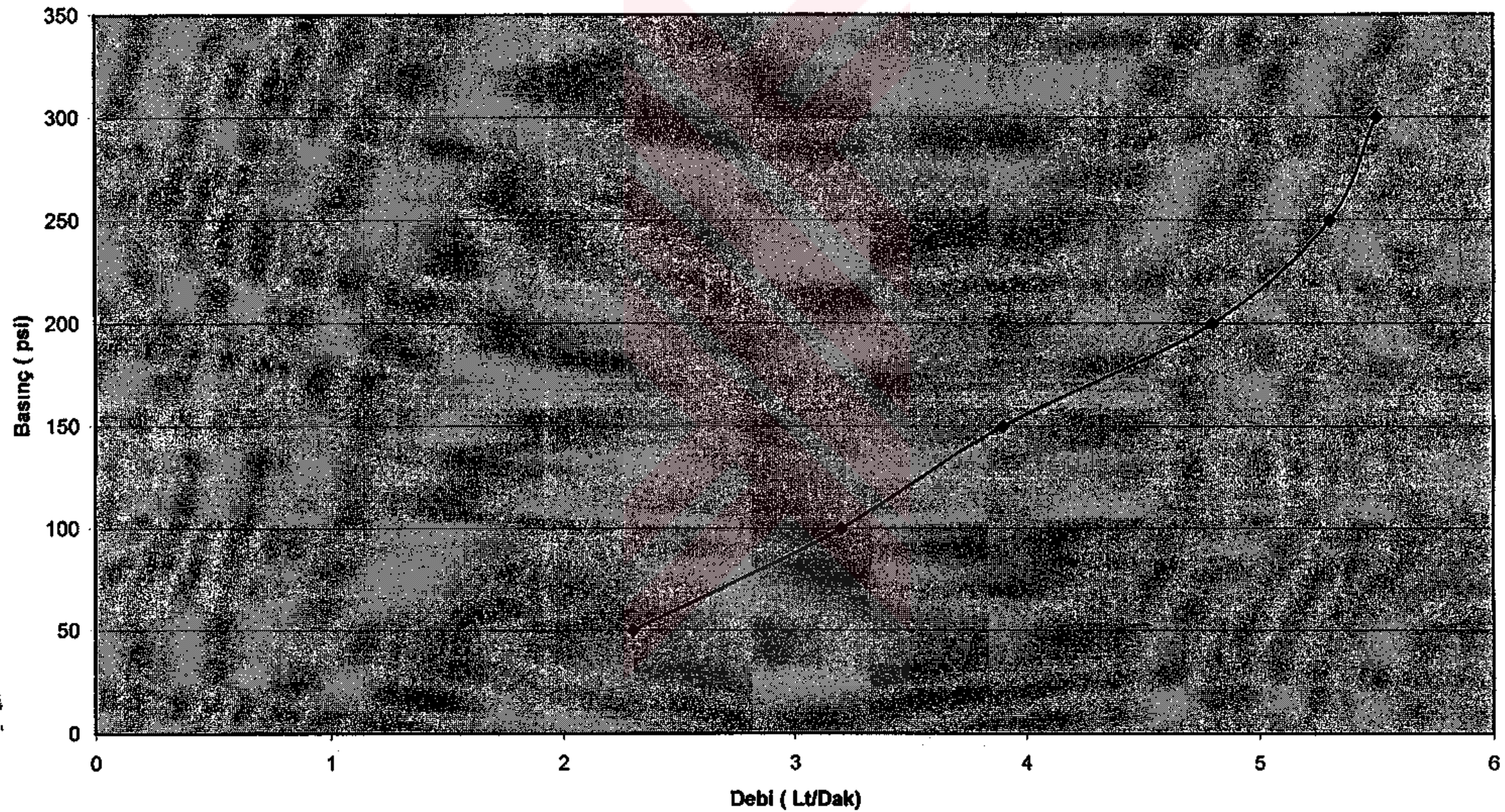
20 cm. EmmeYüksekliği ve 75 mm. Meme Uzunluğu

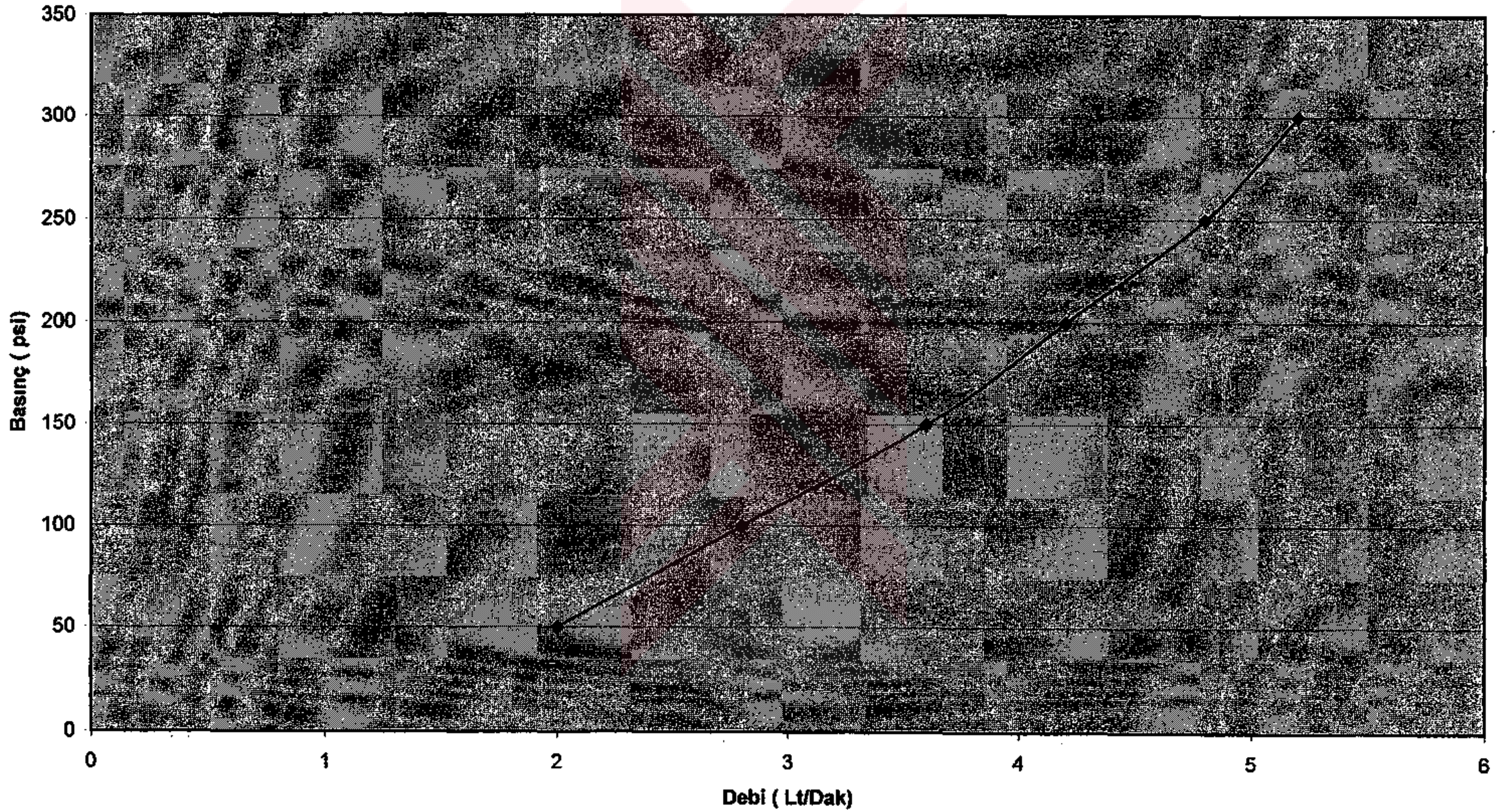


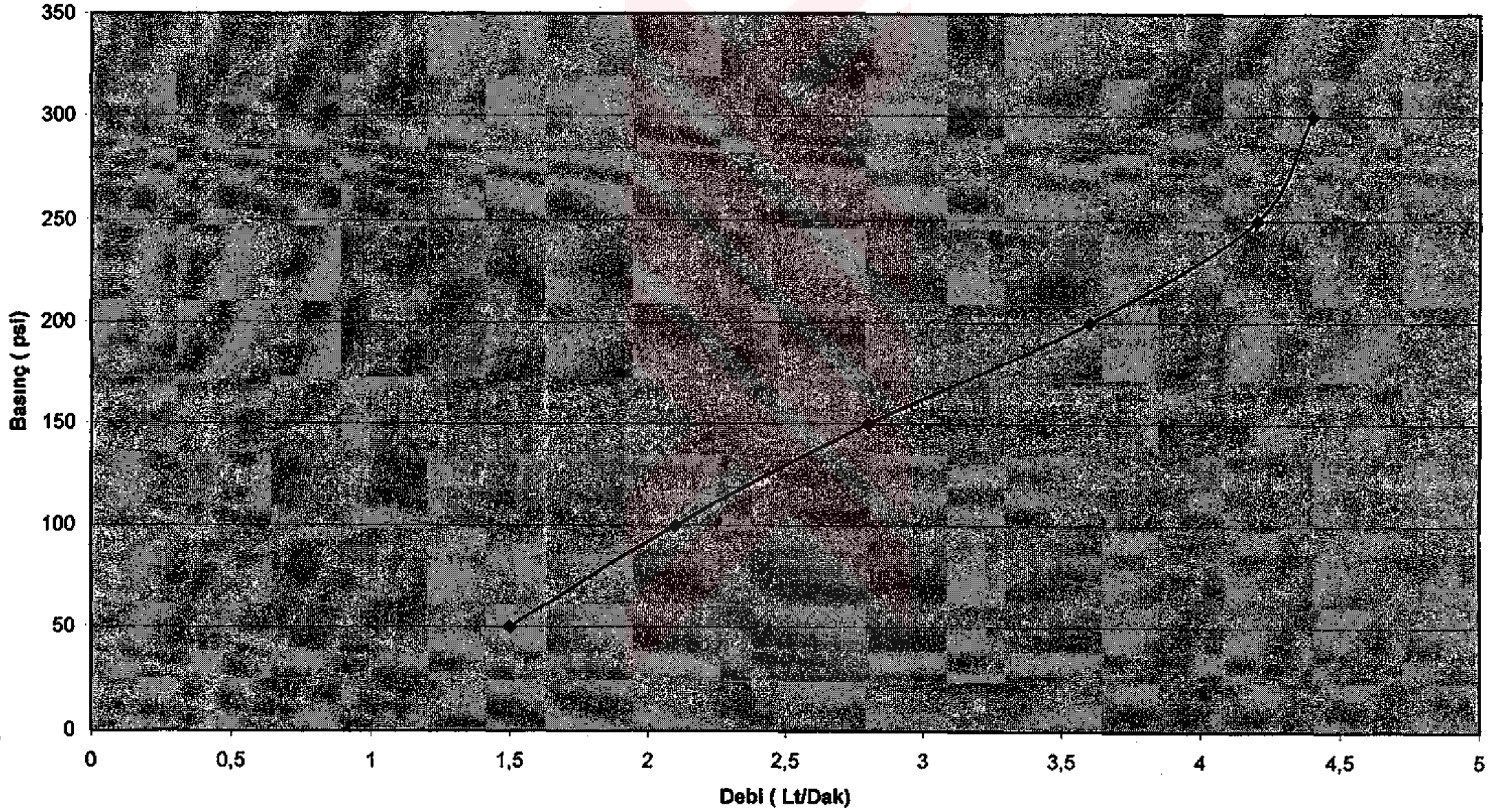
## 40 cm. Emme Yüksekliği ve 75 mm. Meme Uzunluğu

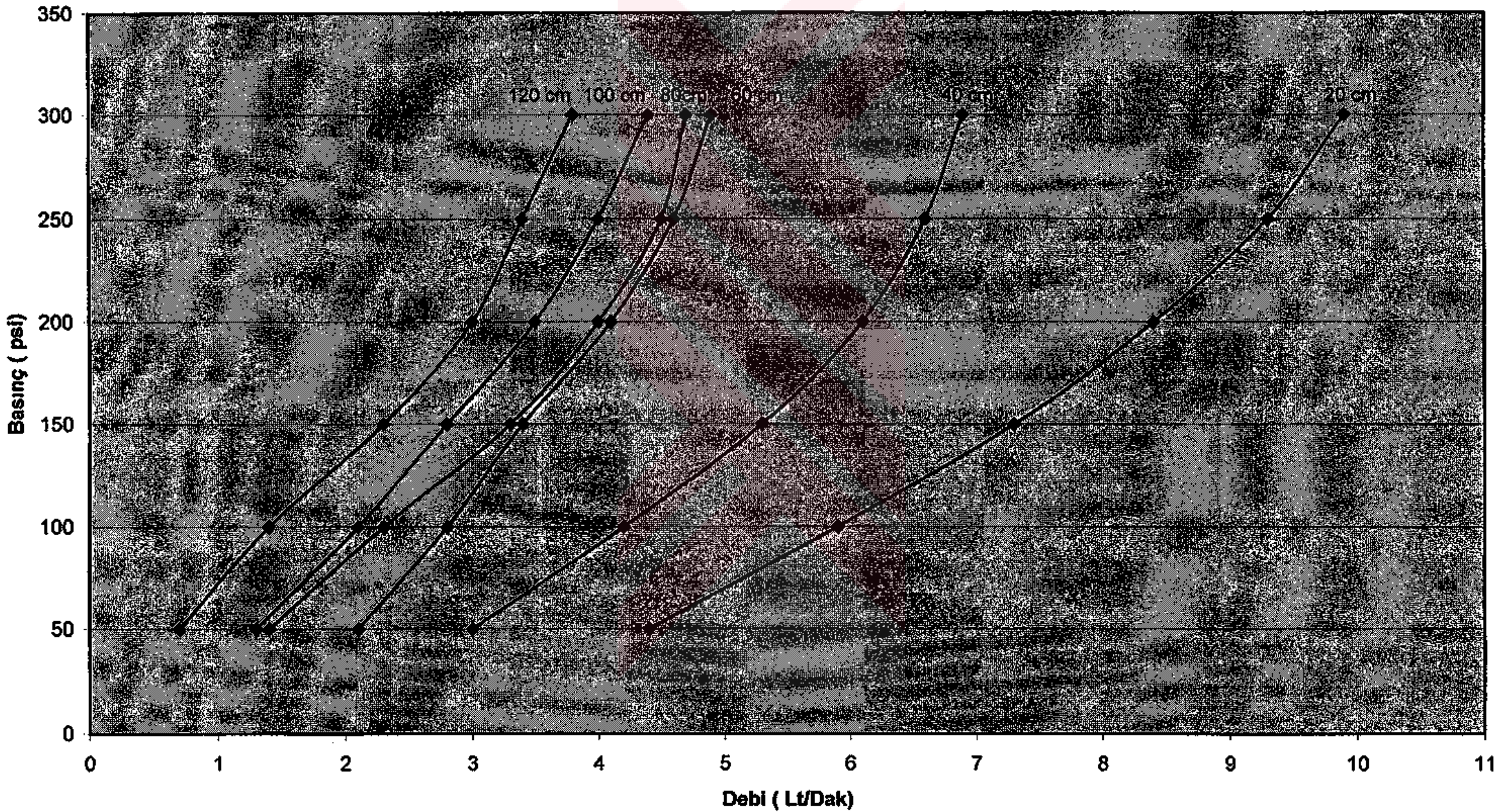



60 cm. Emme Yüksekliği ve 75 mm. Meme U:
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
Debi ( Lt/Dak)


80 cm. EmmeYüksekliği ve 75 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
Debi ( Lt/Dak)

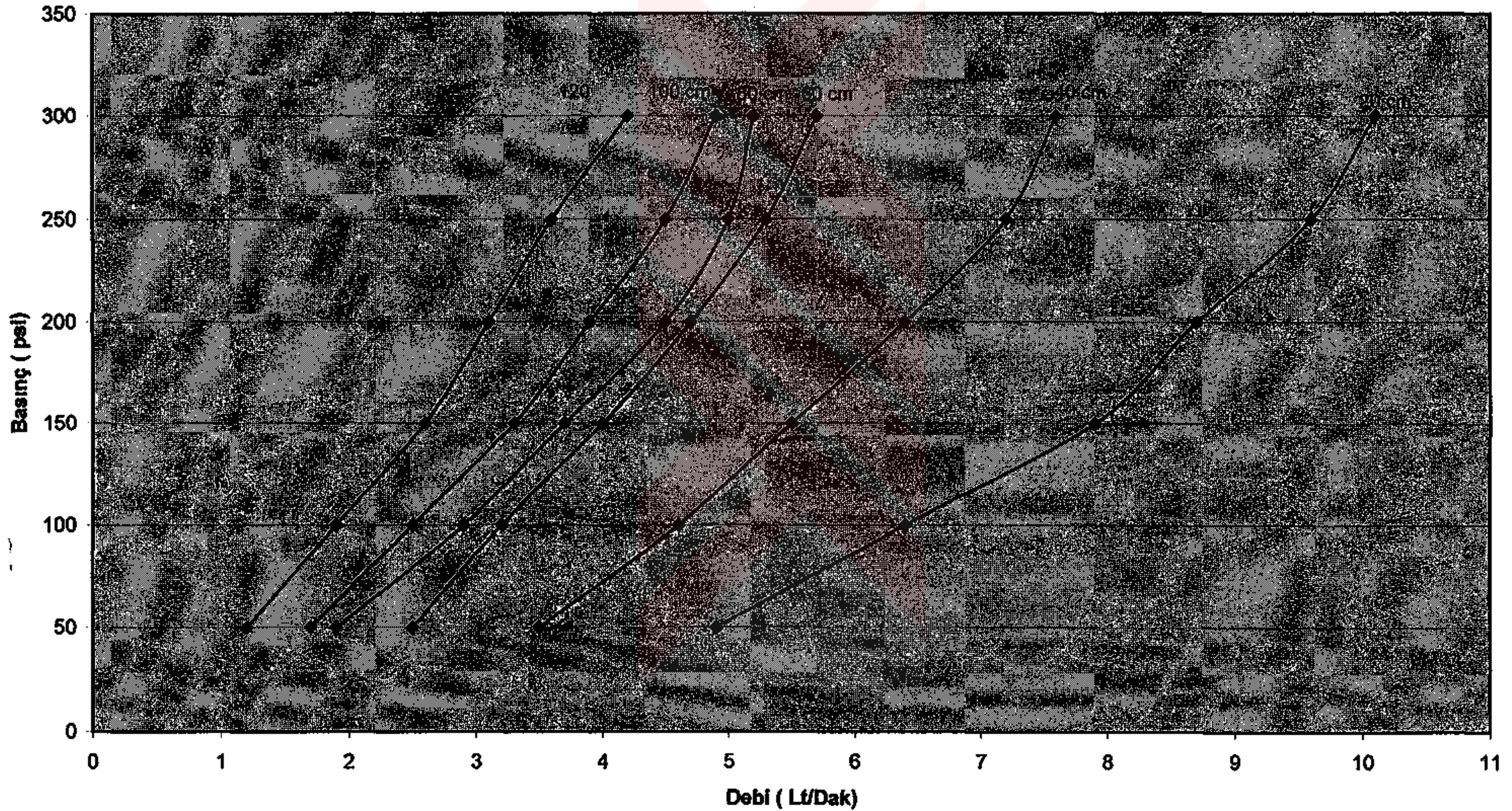

100 cm. EmmeYüksekliği ve 75 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
0
50
100
150
200
250
300
350
Debi ( Lt/Dak)
0
1
2
3
4
5
6


120 cm. EmmeYüksekliği ve 75 mm. Meme Uzunluğu
Basınç ( psi)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
5
Debi ( Lt/Dak)



25 mm. Meme Uzunluğu İçin Basınca Bağlı Debi Değerleri
Basınç ( psi)
0
50
100
150
200
250
300
350
120 cm
100 cm
80 cm
60 cm
40 cm
20 cm
Debi ( Lt/Dak)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

## 50 mm. Meme Uzunluğu İçin Basınca Bağlı Debi Değerleri



75 mm. Meme Uzunluğu İçin Basınca Bağlı Debi Değerleri

